

Best Available Copy

ADD

(19)日本国特許庁 (JP)

特許公報 (B2)

(11)特許番号

第2990046号

(45)発行日 平成11年(1999)12月13日

(24)登録日 平成11年(1999)10月8日

(51)Int.CI.⁶

G02F 1/1335

識別記号

520

F I

G02F 1/1335

520

請求項の数 9 (全22頁)

(21)出願番号

特願平7-208817

(22)出願日

平成7年(1995)8月16日

(65)公開番号

特開平9-54318

(43)公開日

平成9年(1997)2月25日

審査請求日

平成7年(1995)8月16日

審判番号

平10-11991

審判請求日

平成10年(1998)7月30日

(73)特許権者

000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者

加納 博司

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気

株式会社内

(72)発明者

溝端 英司

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気

株式会社内

(74)代理人

弁理士 京本 直樹

合議体

審判長 高橋 美実

審判官 横林 秀治郎

審判官 河原 英雄

最終頁に続く

(54)【発明の名称】反射型液晶表示装置及びその製造方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】アクティブマトリクス駆動素子と表面に凹凸のある反射板とを有する絶縁性基板と、透明電極を有する絶縁性基板とで液晶層を挟み込んだ構造よりなる反射型液晶表示装置の製造方法において、前記アクティブマトリクス駆動素子の製造工程で成膜され、その一部が前記アクティブマトリクス駆動素子を構成する金属膜、絶縁膜及び半導体膜のうちの少なくとも1つをフォトリソグラフィにより前記アクティブマトリクス駆動素子のパターン形成と同時に、前記反射板下に凹凸のパターンを形成し、この凹凸のパターン上に絶縁膜を成膜することを特徴とする反射型液晶表示装置の製造方法。

【請求項2】アクティブマトリクス駆動素子と表面に凹凸のある反射板とを有する絶縁性基板と、透明電極を有する絶縁性基板とで液晶層を挟み込んだ構造よりなる反

2

射型液晶表示装置の製造方法において、前記アクティブマトリクス駆動素子の製造工程で成膜され、その一部が前記アクティブマトリクス駆動素子を構成する金属膜、絶縁膜及び半導体膜のうちの少なくとも1つをフォトリソグラフィにより前記アクティブマトリクス駆動素子のパターン形成と同時に、前記反射板下に凹凸のパターンを形成し、この凹凸のパターン上に絶縁膜を成膜することを特徴とする反射型液晶表示装置の製造方法。

10

【請求項3】アクティブマトリクス駆動素子と表面に凹凸のある反射板とを有する絶縁性基板と、透明電極を有する絶縁性基板とで液晶層を挟み込んだ構造よりなる反射型液晶表示装置において、前記反射板下には、前記絶縁性基板をバーニングして形成した凹凸と、この凹凸上にこの凹凸の周期と合わせて形成した、前記アクティブマトリクス駆動素子の製造工程で成膜された金属膜、

【特許請求の範囲】

【請求項1】アクティブマトリクス駆動素子と表面に凹凸のある反射板とを有する絶縁性基板と、透明電極を有する絶縁性基板とで液晶層を挟み込んだ構造よりなる反射型液晶表示装置において、前記アクティブマトリクス駆動素子の製造工程で成膜された金属膜、絶縁膜、半導体膜のうちの少なくとも1つをバターニングして形成した凹凸が、前記反射板下に形成されていることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項2】アクティブマトリクス駆動素子と表面に凹凸のある反射板とを有する絶縁性基板と、透明電極を有する絶縁性基板とで液晶層を挟み込んだ構造よりなる反射型液晶表示装置において、前記アクティブマトリクス駆動素子の製造工程で成膜された金属膜、絶縁膜、半導体膜のうちの少なくとも1つをバターニングして形成した凹凸と、この凹凸上に成膜された絶縁膜とが、前記反射板下に形成されていることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項3】アクティブマトリクス駆動素子と表面に凹凸のある反射板とを有する絶縁性基板と、透明電極を有する絶縁性基板とで液晶層を挟み込んだ構造よりなる反射型液晶表示装置において、前記反射板下には、前記絶縁性基板をバターニングして形成した凹凸と、この凹凸上にこの凹凸の周期と合わせて形成した、前記アクティブマトリクス駆動素子の製造工程で成膜された金属膜、絶縁膜、半導体膜のうちの少なくとも1つをバターニングして形成した凹凸とが形成されていることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項4】アクティブマトリクス駆動素子と表面に凹凸のある反射板とを有する絶縁性基板と、透明電極を有する絶縁性基板とで液晶層を挟み込んだ構造よりなる反射型液晶表示装置において、前記反射板下には、前記絶縁性基板をバターニングして形成した凹凸と、この凹凸上にこの凹凸の周期と合わせて形成した、前記アクティブマトリクス駆動素子の製造工程で成膜された金属膜、絶縁膜、半導体膜のうちの少なくとも1つをバターニングして形成した凹凸と、この凹凸上に成膜された絶縁膜とが形成されていることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項5】前記反射板下に形成された凹凸の凹凸高さ、周期、傾斜角度の、少なくとも一つが不規則であることを特徴とする請求項1または請求項2または請求項3または請求項4のいずれか一に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項6】前記凹凸上に形成された絶縁膜が、前記アクティブマトリクス駆動素子及び配線上にも形成され、前記有機系絶縁膜あるいは前記無機系絶縁膜の上部に反射板が前記アクティブマトリクス駆動素子を覆うように形成され、かつ前記反射板は画素電極の機能を有し、コンタクトホールにより前記アクティブマトリクス駆動素

子と電気的に接続されていることを特徴とする請求項2または4記載の反射型液晶表示装置。

【請求項7】前記コンタクトホールの位置は、前記各画素電極ごとに前記各画素電極内で異なる位置に形成されていることを特徴とする請求項6に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項8】前記アクティブマトリクス駆動素子が、順スタガーモードのトランジスタであることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか一に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項9】絶縁性基板上にアクティブマトリクス駆動素子を形成するのと同時に、このアクティブマトリクス駆動素子の製造工程で成膜された金属膜、絶縁膜、半導体膜のうちの少なくとも1つをバターニングし、反射板を形成すべき位置にあらかじめ凹凸を形成する工程と、この凹凸の上に反射板を形成する工程と、このアクティブマトリクス駆動素子と反射板とを形成した絶縁性基板と、透明電極を有する絶縁性基板とを張り合わせ、液晶を注入する工程とを含むことを特徴とする反射型液晶表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、特に反射板に特徴を有する反射型液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】反射型液晶表示装置は、外部から入射した光を液晶表示装置内部に位置する反射板により反射した光を表示光源として利用することから、光源にバックライトが不要となる。これは、透過型液晶表示装置よりも、低消費電力化、薄型化、軽量化が達成できる有効な手法として考案されている。現在の反射型液晶表示装置の基本構造は、TNT（ツイステッドネマティック）方式、STN（スーパーツイステッドネマティック）方式、GH（ゲストホスト）方式、PDLC（高分子分散）方式等を用いた液晶、これをスイッチングするための素子（薄膜トランジスタ、ダイオード）、さらに、これらの内部あるいは外部に設けた反射板からなる。

【0003】反射型液晶表示装置の表示性能には、液晶透過状態の場合、明るく、かつ白い表示を呈することが要求される。この表示性能の実現には、反射板の反射性能制御、すなわち反射板表面凹凸形状、特に凹凸傾斜角度、凹凸不規則性の制御が重要となる。

【0004】従来の反射型液晶表示装置には、高精細・高画質を実現できる薄膜トランジスタ（TFT）あるいは、金属／絶縁膜／金属（MIM）構造ダイオードをスイッチング素子として用いたアクティブマトリクス駆動方式が採用され、これに反射板が付随した構造となっている。

【0005】反射型液晶表示装置の具体的構造例を図3に示す。対向側基板1は、対向側ガラス基板2、透明

電極3より構成されている。下部側基板4は、ガラス基板5上に製造された逆スタガー構造薄膜トランジスタ6とその上部に形成された層間絶縁膜であるポリイミド膜7、兼画素電極としての機能を兼ねる反射板10から構成されている。

【0006】この例では、アクティブマトリクス駆動素子として、逆スタガー構造薄膜トランジスタ6が用いられており、反射板10は、コンタクトホール49を介して薄膜トランジスタ6のドレイン電極9に電気的に接続されている。

【0007】前記対向側基板1と下部側基板4との間に、液晶層11として、GH液晶が位置する。

【0008】液晶表示装置の光源は、外部からの入射光12が、対向側ガラス基板2、透明電極3、液晶層11を通過し、反射板10で反射される反射光13を利用する。明るい液晶表示装置を得るために、様々な方位からの入射光を効率的に液晶表示装置前方13に出射させる必要がある。それゆえ、ポリイミド膜7の表面に凹凸18を形成することで、反射板表面に凹凸形状14を設けている。

【0009】図36に従来の反射型液晶表示装置の製造工程図を示す。この液晶表示装置のトランジスタ製造工程は、ガラス基板5上部に、ゲート電極15を形成し(a)、絶縁膜16、半導体層およびドーピング層17を成膜し(b)、半導体層をバターニングしてアイランドを形成する(c)。次に、ソース電極8、ドレイン電極9を形成し(d)。その後、絶縁膜としてポリイミド膜7を形成し、反射板形成領域へ凹凸18を形成する(e)。ポリイミド膜7にコンタクトホール49を形成し(f)、反射板10を形成し、凹凸14を形成する(g)。凹凸14形成には、ポリイミド膜7をバターニングする方法が既知である。

【0010】以上の工程より、従来反射型液晶表示装置のTFT基板製造工程に必要なフォトリソ(PR)数は6となる。

【0011】これらの方は、特公昭61-6390号公報、または、プロシーディングス・オブ・エスアイディー(Tohru Koizumi and Tatsuo Uchida, Proceedings of the SID, Vol. 29, 157, 1988)に開示されている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】従来の反射型液晶表示素子の製造には、従来の技術で、記述したように、多数のPR工程と複雑な製造工程が用いられている。特にPR工程数は、スイッチング素子製造は3PR数、反射板製造は3PR数となり、全PR数は6となる。

【0013】これは、高性能スイッチング素子と高性能反射板を同一絶縁性基板上に作り込むことが要求され、これを満たす為に前記スイッチング素子と反射板が別々

の製造工程で形成されていることに起因する。その結果、製造コストの上昇を引き起こし、反射型液晶表示素子の単価を高くする要因となっている。

【0014】そのため、前記PR数の減少と簡略工程による製造コストの低下は、反射型液晶表示素子に課せられた重要な課題である。

【0015】本発明では、高性能アクティブマトリクス駆動素子と高輝度反射板を有する反射型液晶表示素子を低成本で提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明は、絶縁性基板上にアクティブマトリクス駆動素子を形成する際に、将来反射板を形成すべき位置にあらかじめ凹凸を形成しておくもので、この凹凸を前記アクティブマトリクス駆動素子の製造工程で成膜された金属膜、絶縁膜、半導体膜の少なくともいずれかを用いて形成することを特徴としている。

【0017】すなわち、本発明は、アクティブマトリクス駆動素子と表面に凹凸のある反射板とを有する絶縁性基板と、透明電極を有する絶縁性基板とで液晶層を挟み込んだ構造よりなる反射型液晶表示装置において、前記アクティブマトリクス駆動素子の製造工程で成膜された金属膜、絶縁膜、半導体膜のうちの少なくとも1つをバターニングして形成した凹凸が、前記反射板下に形成されていることを特徴とする反射型液晶表示装置である。

【0018】また、本発明は、アクティブマトリクス駆動素子と表面に凹凸のある反射板とを有する絶縁性基板と、透明電極を有する絶縁性基板とで液晶層を挟み込んだ構造よりなる反射型液晶表示装置において、前記アクティブマトリクス駆動素子の製造工程で成膜された金属膜、絶縁膜、半導体膜のうちの少なくとも1つをバターニングして形成した凹凸と、この凹凸上に成膜された絶縁膜とが、前記反射板下に形成されていることを特徴とする反射型液晶表示装置である。

【0019】また、本発明は、アクティブマトリクス駆動素子と表面に凹凸のある反射板とを有する絶縁性基板と、透明電極を有する絶縁性基板とで液晶層を挟み込んだ構造よりなる反射型液晶表示装置において、前記反射板下には、前記絶縁性基板をバターニングして形成した凹凸と、この凹凸上にこの凹凸の周期と合わせて形成した、前記アクティブマトリクス駆動素子の製造工程で成膜された金属膜、絶縁膜、半導体膜のうちの少なくとも1つをバターニングして形成した凹凸が形成されていることを特徴とする反射型液晶表示装置である。

【0020】また、本発明は、アクティブマトリクス駆動素子と表面に凹凸のある反射板とを有する絶縁性基板と、透明電極を有する絶縁性基板とで液晶層を挟み込んだ構造よりなる反射型液晶表示装置において、前記反射板下には、前記絶縁性基板をバターニングして形成した凹凸と、この凹凸上にこの凹凸の周期と合わせて形成し

た、前記アクティブマトリクス駆動素子の製造工程で成膜された金属膜、絶縁膜、半導体膜のうちの少なくとも1つをバターニングして形成した凹凸と、この凹凸上に成膜された絶縁膜とが形成されていることを特徴とする反射型液晶表示装置である。

【0021】前記反射板下に形成された凹凸の凹凸高さ、周期、傾斜角度の、少なくとも一つが不規則であることが望ましい。

【0022】前記凹凸上に成膜された絶縁膜が、前記アクティブマトリクス駆動素子及び配線上にも形成され、前記絶縁膜の上部に反射板が前記アクティブマトリクス駆動素子を覆うように形成され、かつ前記反射板は画素電極の機能を有し、コンタクトホールにより前記アクティブマトリクス駆動素子と電気的に接続されている反射型液晶表示装置とすることもできる。

【0023】前記コンタクトホールの位置は、前記各画素電極ごとに前記各画素電極内で異なる位置に形成することができる。

【0024】前記凹凸上に成膜された絶縁膜には、感光性絶縁膜を用いることができる。

【0025】前記アクティブマトリクス駆動素子は、従来知られているトランジスタ、ダイオード等を用いることができるが、特に順スタガー構造TFTを用いることが望ましい。

【0026】本発明は、絶縁性基板上にアクティブマトリクス駆動素子を形成するのと同時に、このアクティブマトリクス駆動素子の製造工程で成膜された金属膜、絶縁膜、半導体膜のうちの少なくとも1つをバターニングし、反射板を形成すべき位置にあらかじめ凹凸を形成する工程と、この凹凸の上に反射板を形成する工程と、このアクティブマトリクス駆動素子と反射板とを形成した絶縁性基板と、透明電極を有する絶縁性基板とを張り合わせ、液晶を注入する工程とを含むことを特徴とする反射型液晶表示装置の製造方法である。

【0027】

【作用】本発明では、絶縁性基板上にアクティブマトリクス駆動素子を形成する際に同時に、将来反射板を形成すべき位置にあらかじめ凹凸を形成しておくもので、この凹凸を前記アクティブマトリクス駆動素子の製造工程で成膜された金属膜、絶縁膜、半導体膜の少なくともいずれかを用いて形成しているために、製造工程を省略することができる。

【0028】本発明の作用を以下に図面を用いて詳細に説明する。

【0029】図36に示す従来の反射型液晶表示装置の製造工程では、薄膜トランジスタの製造工程で3PR数、画素電極の製造工程で3PR数、合計で6PR数必要となる。

【0030】一方、本発明に従えば、薄膜トランジスタの製造工程で3PR数、画素電極の製造工程で1PR

数、合計で4PR数となり、プロセスを省略できる。

【0031】図1を参照して本発明の反射型液晶表示装置の製造工程を詳しく説明する。図1において、図35、図36と同じものは同じ符号で示した。

【0032】薄膜トランジスタの製造工程は次の通りである。ゲート電極用金属をガラス基板5上に形成した後、ゲート電極15および反射板の凹凸の下地となるべき凹凸パターン20をPR工程により形成する(a)。この上にゲート絶縁膜16、半導体層17、ソース・ドレイン電極用金属膜を成膜し(b)、薄膜トランジスタ部アイランド22および反射板の下地となる凹凸パターン21を残してエッチングをする(c)。つまり、この工程で薄膜トランジスタの形成と同時に凹凸の形成ができるため、プロセスの簡略化ができることになる。その後、ソース電極8、ドレイン電極9を形成し(d)、薄膜トランジスタを完成する。

【0033】この上を反射効率の高い金属により覆い、パターン形成を行うことで、反射板10を形成して、反射型液晶表示装置を完成する。

【0034】次に図2を用いて、2番目の発明の作用を説明する。

【0035】図2は、反射板下に有機系絶縁膜、または無機系絶縁膜を設けた反射型液晶表示装置の断面図である。図2において、図1と同じものは同じ符号で示した。図1と異なる点は、反射板10と、薄膜トランジスタ6あるいは凹凸パターン21との間に有機系絶縁膜または無機系絶縁膜30が形成されており、反射板10とドレイン電極9はコンタクトホール49を介して接続されている点である。

【0036】本発明に従えば、(1)反射板10を薄膜トランジスタ6およびソース電極8、ドレイン電極9とは異なる層に形成できるため、反射板面積を最大にできる、(2)凹凸30の傾斜部を滑らかにできるために、より良好な反射性能を有する反射板凹凸を形成できる、(3)薄膜トランジスタ6をバッシペートできるため、液晶剤による薄膜トランジスタの劣化を防ぐことができる。

【0037】さらに、絶縁膜を前記アクティブマトリクス駆動素子及び配線上にも形成し、前記有機系絶縁膜あるいは前記無機系絶縁膜の上部にアクティブマトリクス駆動素子を覆うように反射板を形成し、反射板に画素電極の機能を持たせることで、(1)反射板を薄膜トランジスタ及び配線とは異なる層に形成することから、反射板面積を最大にでき、液晶表示装置内部への入射光の殆どを反射光として利用できる、(2)反射板を画素電極として利用できるため、新たに画素電極を設ける必要がないことから、プロセス数を減らすことができる。

【0038】図3を用いて、絶縁性基板をバターニングした場合の作用を説明する。

【0039】図3は、絶縁性基板をバターニングして凹

凸を形成した場合の反射型液晶表示装置の断面図を示す。図3において、図1と同じものは同じ符号で示した。図1と異なる点は、絶縁性基板5を、先の凹凸パターン21と同周期でバターニングし、凹凸40を設けた点である。

【0040】これにより、絶縁性基板5のエッチングより得られた凹凸40(凹凸高さy)と、その上部に、薄膜トランジスタ製造と同時に形成された凹凸21(凹凸高さx)とを合わせて、反射板10の凹凸41として用いることにより、該凹凸高さは、薄膜トランジスタ製造時に成膜された膜の膜厚xで制約されることがなくなり、絶縁性基板の凹凸高さyを変えることで、自由な高さx+yに凹凸が製造できる。そのため、前記凹凸を有する反射板の散乱性能が向上する。

【0041】反射板表面の凹凸構造の凹凸高さ、凹凸周期、凹凸形状が周期構造を有する場合、反射光の干渉が発生し、反射板には色付きが起こるが、凹凸高さ、凹凸周期、凹凸形状の少なくとも一つを不規則とすることで、反射板の色付きが消失し、該液晶表示装置の表示性能が改善される。

【0042】図4に反射板の凹凸が周期構造の場合の反射性能と、図5に反射板の凹凸が本発明の条件を満たす不規則構造の場合の反射性能を示す。なお、図6に反射性能の評価システムの構成図を示す。図において、61は反射板、62は光源、63は光検出器である。光源62からの入射角θを変えて、反射板61の反射率を測定した。

【0043】図4の凹凸が周期構造の反射板の性能は、干渉が起こるため、反射性能は、多くの干渉ピークで構成されている。そして、白色ランプのもとでは、反射板の色付きが起こる。これに対して、本発明の凹凸が不規則な反射板を利用することで、図5に示す反射性能は、干渉現象を示すピークが消失し、性能は入射光角度に対して連続的な反射強度を示し、反射板の色付きも観察されない、良好な反射板を提供することができる。

【0044】反射板と薄膜トランジスタとを電気的に接続するためのコンタクトホール位置を、画素ごとに不規則に配置することの作用を説明する。

【0045】図7(a)にコンタクトホール位置が周期的である場合、図7(b)にコンタクトホール位置が不規則である場合の平面図を示す。図7において、図2と同様のものは同じ符号を示した。71はソース信号線、72はゲート信号線である。

【0046】(a)では、コンタクトホール49が表示画素サイズで周期的に配置されるため、パネル表示時に、ホール部の平坦部が観察される。

【0047】これに対して、本発明を示す(b)はコンタクトホール49位置を、各画素内部領域で変化させることで、コンタクトホール部の凹部も反射板表面の不規則な凹凸構造の一部となり、該ホール部が認識されない

ことにより、良好な反射板性能を得る。

【0048】アクティブマトリクス駆動素子として順スタガーモード構造薄膜トランジスタを採用した例を図8に示す。図8において、ガラス基板上に、1PR目でソース電極8、ドレイン電極9および凹凸パターン20を形成し(a)、ドーピング層及び半導体層17、ゲート絶縁膜16、金属電極層を連続成膜した後(b)、2PR目で、ゲート電極15、TFT素子部のアイランド化、凹凸21形成が同時に行われる(c)。その後、3PR目で反射板10が形成される(d)。

【0049】これに対して、逆スタガーモード構造薄膜トランジスタを利用した場合、図1に示したように、4PR目で、反射板10が形成される。よって、順スタガーモード構造薄膜トランジスタを採用することで、逆スタガーモード構造薄膜トランジスタを利用した場合に比べて、PR工程数をさらに1省略できることがわかる。

【0050】

【実施例】本発明の実施例について以下に説明する。

【0051】(実施例1) 本発明の実施例に用いた反射型液晶表示装置の製造工程を図1に示す。本反射型液晶表示装置におけるスイッチング素子には逆スタガーモード構造薄膜トランジスタを採用した。製造プロセスとして、ガラス基板上に

(a) Cr金属をスパッタリング法により50nm形成し、ゲート電極15及び凹凸パターン20をフォトリソグラフィにより形成する。(1PR目)

(b) ゲート絶縁膜16、半導体層17及び、ドーピング層をプラズマCVDにより連続成膜を行った。このとき、ゲート絶縁膜16には、シリコン酸化膜を300nm、シリコン窒化膜を100nm、そして半導体層17には、アモルファスシリコン層を100nm、ドーピング層には、リン原子を混入しn型化されたアモルファスシリコン(n+a-Si)層を100nm成膜する。その後、Cr金属をスパッタリング法により50nm形成する。

(c) TFT素子部アイランド22及び、凹凸パターン21を形成する。(2PR目)

(d) ソース電極8、ドレイン電極9を形成する。(3PR目)

(e) アルミニウムをスパッタリング法により300nm形成し、反射板10を形成する。(4PR目)

本実施例では、反射板表面に形成される凹凸パターン21は、上記(c)のTFT素子部22のアイランド化と同時に形成することで、プロセスの簡略化を図ることができる。

【0052】なお、本実施例で使用したシリコン酸化膜、シリコン窒化膜、アモルファスシリコン膜、n型化アモルファスシリコン膜のプラズマCVD条件は、以下のように設定した。シリコン酸化膜の場合、反応ガスにシランと酸素ガスを用い、ガス流量比(シラン/酸素)は、0.1~0.5程度に設定し、成膜温度200~3

00°C、圧力1 Torr、プラズマパワー200Wとした。シリコン窒化膜の場合、反応ガスにシランとアンモニアガスを用い、ガス流量比（シラン/アンモニア）は、0.1～0.8に設定し、成膜温度250°C、圧力1 Torr、プラズマパワー200Wとした。アモルファスシリコン膜の場合、反応ガスにシランと水素ガスを用い、ガス流量比（シラン/水素）は、0.5～2に設定し、成膜温度200～250°C、圧力1 Torr、プラズマパワー50Wとした。n型化アモルファスシリコン膜の場合、反応ガスにシランとホスフィンを用い、ガス流量比（シラン/ホスフィン）は、1～2に設定し、成膜温度200～250°C、圧力1 Torr、プラズマパワー50Wとした。

【0053】TFT素子部アイランド22及び、凹凸パターン21形成には、Crの場合は、ウェットエッチングを採用し、シリコン酸化膜及び、シリコン窒化膜、そして、アモルファスシリコン層には、ドライエッチングを採用した。Crのエッチングには、過塩素酸と硝酸第2セリウムアンモニウムの混合水溶液を用いた。また、シリコン窒化膜、シリコン酸化膜のエッチングには、エッチングガスに四炭化フッ素と酸素ガスを用い、反応圧力5～300mTorr、パワー100～300Wとした。また、アモルファスシリコン層のエッチングには、塩素と水素ガスを用い、反応圧力5～300mTorr、パワー50～200Wとした。

【0054】本実施例の全PR数は4となり、従来の6PRに比べて少ない。このときの凹凸には、下部より、クロム/シリコン酸化膜/シリコン窒化膜/アモルファスシリコン膜/n型アモルファスシリコン膜/クロムの積層膜が利用されている。そのため、該凹凸の高さは、前記膜の膜厚で決まることから、本実施例では、700nm程度となっている。なお、本実施例の凹凸の高さは、700nm程度となっているが、これに限定されるものではない。凹凸高さは、電極金属、絶縁層、半導体層の膜厚を変えることで、自由に設定できる。

【0055】また、上記(c)で形成された凹凸パターン21の平面形状とその位置は、ランダムとなっている。

【0056】さらに、凹凸形成では、その形状をマスクするためのレジスト形成条件及び、露光条件を変化させることで、凹凸側壁部のテープ化ができる。図9に凹凸側壁部の傾斜角度が(a)垂直の場合と(b)テープを有する場合の反射型液晶表示装置の下部側基板断面図を示す。図9において、図1と同じものは同じ符号で示した。図9(a)では、凹凸側壁部は垂直であるが、

(b)では、テープ部92となっているため、反射板10の形成が容易となる。

【0057】本実施例の凹凸の傾斜角度93は、5～15度の範囲で設定した。反射画素電極板の開口率は、70～80%と設定した。

【0058】本実施例で作製した反射型液晶表示装置の断面構造図を図10に示す。図10において、図35と同じものは同じ符号で示した。上記のとおり作成した下部側基板4と、ITOで形成された透明電極3を有する対向側基板1を、各々の膜面が対向するようにして重ね合わせた。なお、下部側基板4の反射板10と、対向側基板1の透明電極3の表面には、配向処理が施され、両基板はプラスチック粒子等のスペーサを介して、パネル周辺部にエポキシ系の接着剤101を塗ることにより、張り合わせられた。その後CH型の液晶を注入し液晶層11とすることで、液晶表示装置を製造した。

【0059】実用上十分明るく、新聞紙に匹敵する白表示を有するモノクロ反射型パネルを低成本で、実現した。また、対向側基板側に、RGBカラーフィルタを設置することで、明るいカラー反射型パネルを低成本で実現できる。

【0060】(実施例2)実施例2に用いた反射型液晶表示装置の製造工程を図11に示す。本実施例は、実施例1の反射型液晶表示素子における反射板と凹凸との間に絶縁層を新たに設けたものである。この実施例でも実施例1と同様アクティブマトリクス駆動素子として、逆スタガーモード構造薄膜トランジスタを採用した。

【0061】実施例1の(d)の工程までは、同様の工程なので記載を省略する。(e)以降の工程について、次に説明する。

(e)絶縁膜30を成膜し、コンタクトホール49を形成する(4PR目)。

(f)アルミニウムをスパッタリング法により300nm形成し、反射板10を形成する(5PR目)。

【0062】本実施例では、凹凸21及びTFT素子部22と反射板10との間に層間絶縁膜である有機系絶縁膜30が形成されている。この有機系絶縁膜には、日産化学RN-901の感光性ポリイミド膜を用いた。形成条件としては、RN-901を300rpmで5秒、2800rpmで20秒スピンドルコートし、80°C、10分間でブリペークした。その後、超高圧水銀ランプを用いて露光し、現像液NMD-3(2.38%TMA水溶液: 東京応化製)を用いて、パターン形成を行った。最後に、250°C、100分でポストペークを行った。

【0063】本実施例における総PR数は5となり、従来の6PRより少なくできる。

【0064】上記下部側基板4の上部を有機系絶縁膜30を1μmの膜厚で覆うことにより、凹凸傾斜角度を滑らかにしている。反射板と凹凸との間に有機系絶縁膜を挿入した場合の反射板の反射特性を図12に、有機系絶縁膜が挿入されていない場合の反射板の反射特性を図13に示す。なお、反射性能の評価には、図6と同一のシステムを用いた。有機系絶縁膜30が存在しない場合の反射性能は、正反射方向の反射強度は大きく、反射強度の光入射角度依存性が大きい。これに対して、本実施例

で得られた反射板の性能は、広い視野角度の範囲で、より強い反射強度を有した。この反射板を反射型液晶表示装置に応用した場合、明るい表示性能を得ることができる。

【0065】また、本実施例で用いた反射板表面に有する凹凸の平均傾斜角度は10度とした。そして、有機系絶縁膜30の塗布条件、例えば、塗布膜厚、焼成温度、凹凸位置、大きさを制御することで、凹凸の平均傾斜角度を変化させることができ、目的に応じた反射性能を有する反射板を提供できることがわかった。

【0066】なお、上記(c)で形成された凹凸の平面形状及び位置は、ランダムとなっている。

【0067】さらに、反射板10は、下部側基板側の最上層に位置することから、反射板面積を最大限に大きくでき、その結果、開口率は、80~90%を占めることから、光輝度反射板を実現できた。

【0068】その後、前記記載の実施例1と同様に、下部側基板と、対向側基板を、各々の膜面が対向するようにして張り合わせた後、GH型の液晶を注入し液晶層とすることで、液晶表示装置を製造した。

【0069】その結果、実用上十分明るく、新聞紙に匹敵する白表示を有するモノクロ反射型パネルを低成本で、実現した。また、対向側基板側に、RGBカラーフィルタを設置することで、明るいカラー反射型パネルを低成本で実現できる。

【0070】なお、本実施例では、TFT素子部及び凹凸部と反射板との間の層間絶縁膜として、ポジ型感光性有機系絶縁膜を使用したが、これに限定されるものではない。例えば、ネガ型感光性有機膜として、東レ製フォトニースJUR3800、感光性無機膜として、日産化学製HM-5001を用いても同様の効果が期待できる。また、感光性を有さない有機膜（例えば、日産化学製RN-812）あるいは、無機膜（例えば日産化学製NT-L6008）を用いても、レジスト塗布、現像、剥離プロセスが増えるが、本実施例と同様の反射型液晶表示装置が得られる。

【0071】（実施例3）本発明の実施例に用いた反射型液晶表示装置の製造工程を図14に示す。本実施例は、前記記載の実施例1における反射型液晶表示素子における凹凸下部に、新たに、絶縁性基板を削ることで凹凸を設け、凹凸高さを自由に設定しようとするものである。

【0072】この実施例では、(d)の工程以外は実施例1と同様の工程であるので、記載を省略する。(c)の工程まで実施例1と同様に行う。(d)(c)において、TFT素子のアイランド化及び、凹凸形成のために、Crシリコン酸化膜/シリコン窒化膜/アモルファスシリコン膜/n型化アモルファスシリコン膜/Crをエッチングした後、連続的に下地のガラス基板5のエッチングを行う。50%ふつ化水素酸水溶液を用いて、

ガラス基板を1μmエッチングした。その結果、下部のガラス基板凹凸と上部の凹凸を合わせて、最大1.7μmの高さを有する凹凸141が形成された。

【0073】その後、実施例1の(d)(e)の工程と同様にソース電極8、ドレイン電極9、反射板10を形成する。

【0074】本実施例では、ガラス基板5をもエッチングすることにより、凹凸141の高さをTFT素子の膜厚に依存せず高くすることができる。したがって、高性能TFTを得るために最適膜厚に設定でき、かつ、良好な反射性能を得るために必要な凹凸の高さも得ることができる。

【0075】その結果、実用上十分明るく、新聞紙に匹敵する白表示を有するモノクロ反射型パネルを低成本で、実現した。また、対向側基板側に、RGBカラーフィルタを設置することで、明るいカラー反射型パネルを低成本で実現できた。

【0076】（実施例4）実施例4で製造した反射型液晶表示装置のTFT基板断面図を図15に示す。本実施例は、実施例3でガラス基板5をエッチングしているところを、予め凹凸形成するための絶縁層をガラス基板上部に設け、該絶縁層を削ることで、下部凹凸を設けたものである。

【0077】製造工程としては、ガラス基板5の上に、予め凹凸を形成するための膜、酸化シリコン膜151をCVD法により2μmの膜厚で形成する。この時のプラズマCVD条件は、原料ガスとして、シラン10sccm、酸素80sccm供給し、成膜温度350℃、反応圧力1Torrとした。その後、上記実施例3と同様の(a)~(e)プロセスを行う。ただし、プロセス(d)では、ガラス基板をエッチングするのではなく、該凹凸形成層である酸化シリコン膜を1μmエッチングする。本実施例では、ドライエッチング法を用いた。条件は、エッチングガスには、4ふつ化炭素100sccm、酸素20sccm、パワー200W、圧力100mTorrとした。

【0078】本実施例では、凹凸形成プロセスが増えるが、ガラス基板のエッチングによる凹凸形成よりも、エッチング時間が短縮でき、且つ凹凸端部152の傾斜角度を自由に制御できることから、目的の反射特性を得ることが容易にできる。その結果、高性能反射型液晶表示装置が提供される。

【0079】なお、凹凸形成層151として、酸化シリコン膜を用いたが、これに限定されるものではない。窒化シリコン膜、ポリイミド膜などを用いても同様の効果が期待できる。さらに、該凹凸形成層に実施例1に記載の感光性有機膜あるいは無機膜を使用すれば、さらにエッチングプロセスが容易にできる。

【0080】（実施例5）実施例5に用いた反射型液晶表示装置の断面図を図16に示す。本実施例は、実施例

3にさらに、反射板と凹凸の間に絶縁層を設けたものである。

【0081】凹凸153及びTFT素子部6と反射板10との間に層間絶縁膜である有機系絶縁膜30が形成されている。該絶縁膜は、日産化学RN-901の感光性ポリイミド膜を用いた。形成条件としては、実施例2と同一条件とした。

【0082】その結果、凹凸の最大高さは、下地ガラス基板に形製された凹凸とその上部に成膜されたCr、ゲート絶縁膜、半導体層及び、ドーピング層、Crの積層膜で形成された凹凸の高さの融合で決まり、反射板凹凸の高さをTFT素子の膜厚に依存せず高くすることができる。さらに、その上部を有機系絶縁膜30で1μmの膜厚で覆うことにより、凹凸傾斜角度を滑らかにできる。

【0083】その結果、本実施例で得られた反射板の性能は、広い視野角度の範囲で、より強い反射強度を有した。この反射板を反射型液晶表示装置に応用した場合、実用上十分明るく、新聞紙に匹敵する白表示を有するモノクロ反射型パネルを低成本で、実現した。また、対向側基板側に、RGBカラーフィルタを設置することで、明るいカラー反射型パネルを低成本で実現できる。

【0084】なお、本実施例においても、TFT素子部及び凹凸部と反射画素電極板との間の層間絶縁膜として、ボジ型感光型有機系絶縁膜を使用したが、これに限定されるものではない。例えば、ネガ型感光性有機膜として、東レ製フォトニースJUR3800、感光性無機膜として、日産化学製HM-5001を用いても同様の効果が期待できる。また、感光性を有さない有機膜（例えば、日産化学製RN-812）あるいは、無機膜（例えば日産化学製NT-L6008）を用いても、レジスト塗布、現像、剥離プロセスが増えるが、本実施例と同様の反射型液晶表示装置が得られる。

【0085】また、本実施例では、ガラス基板を削ることで、下部凹凸を形成したが、実施例4に記載するように、ガラス基板上部に有機あるいは無機系絶縁膜の凹凸形成層を設けて、これを削ることで、下部凹凸を形成した場合にも同様の効果が得られる。

【0086】（実施例6）実施例6に用いた反射型液晶表示装置の製造工程を図8に示す。本実施例は、上記記載の実施例1における反射型液晶表示素子のアクティブマトリクス駆動素子である逆スタガーモード構造薄膜トランジスタの代わりに、順スタガーモード構造薄膜トランジスタを採用することで、実施例1のプロセスよりもさらに少ないプロセス数で、明るい反射型液晶表示装置を提供するものである。

【0087】本実施例における反射型液晶表示装置の製造プロセスを説明する。

（a）ガラス基板上にCr金属をスパッタリング法に

より50nm形成し、ソース電極8、ドレイン電極9及び信号線をCr金属により形成する（1PR目）。

（b）ドーピング層、半導体層17、ゲート絶縁膜16をプラズマCVDにより連続成膜を行った。このとき、ドーピング層には、リン原子を混入しn型化されたアモルファスシリコン（n+a-Si）層を100nm、そして半導体層には、アモルファスシリコン層を100nm、ゲート絶縁膜には、シリコン酸化膜を300nm、シリコン窒化膜を100nm、成膜した。

（c）Cr金属をスパッタリング法により50nm形成し、ゲート電極15とTFT素子部6のアイランド及び、凹凸21を形成する（2PR目）。

（d）アルミニウムをスパッタリング法により300nm形成し、反射板10を形成する（3PR目）。

【0088】本実施例で、プラズマCVD法により成膜した、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、アモルファスシリコン膜、n型アモルファスシリコン膜の成膜条件は、全て、実施例1と同一とした。また、TFT素子アイランド6形成及び、凹凸21形成のための、クロム、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、アモルファスシリコン膜、n型アモルファスシリコン膜のエッチング法、及びその条件も実施例1と同一とした。

【0089】本実施例においても、反射板表面に形成される凹凸は、上記（c）のTFT素子部形成と同時に形成することで、プロセスの簡略化を図ることができる。特に、アクティブマトリクス駆動素子に順スタガーモードTFT6を用いたため、前記記載の逆スタガーモードTFTに比べて、さらにPR工程数を減少することができる。本実施例の全PR数は3となり、従来の6PRに比べて、半減する。このときの凹凸には、下部より、クロム/シリコン酸化膜/シリコン窒化膜/アモルファスシリコン膜/n型アモルファスシリコン膜/クロムの積層膜が利用されている。そのため、本実施例の場合も、該凹凸の高さは、前記膜の膜厚で決まり、700nm程度となっている。

【0090】なお、上記（c）で形成された凹凸の平面形状及び配置はランダムとなっている。

【0091】また、凹凸形成では、その形状をマスクするためのレジスト層及び露光条件を変化させることで、凹凸側壁のテーパ化ができる。本実施例で得られた凹凸の傾斜角度は、5~15度の範囲で設定した。反射板の開口率は、70~80%と設定した。

【0092】上記のとおり作成した下部側基板と、ITOで形成された透明電極を有する対向側基板1を、各々の膜面が対向するようにして重ね合わせた。なお、下部側基板の反射板と対向側基板の透明電極の表面には、配向処理が施され、両基板はプラスチック粒子等のスペーサを介して、パネル周辺部にエポキシ系の接着剤を塗ることにより、張り合わせられた。その後GH型の液晶を注入し液晶層とすることで、液晶表示装置を製造した。実

用上十分明るく、新聞紙に匹敵する白表示を有するモノクロ反射型パネルを低コストで、実現した。また、対向側基板側に、RGBカラーフィルタを設置することで、明るいカラー反射型パネルを低コストで実現できる。

【0093】なお、本実施例の凹凸の高さは、700nm程度となっているが、これに限定されるものではない。凹凸高さは、電極金属、絶縁層、半導体層の膜厚を変えることで、自由に設定できる。

【0094】(実施例7) 本発明の実施例に用いた反射型液晶表示装置の製造工程を図17に示す。本発明は、上記記載の実施例2における反射型液晶表示素子のアクティブマトリクス駆動用スイッチング素子である逆スタガーコンストラクション薄膜トランジスタの代わりに、順スタガーコンストラクション薄膜トランジスタを採用したものである。すなわち、実施例6の反射型液晶表示素子における反射板と凹凸の間に絶縁層を新たに設けたものである。

【0095】本実施例における反射型液晶表示装置の製造プロセスは、(d)の工程以外は実施例6と同様である。

【0096】(c)までを実施例6と同様に行う。

(d) 絶縁膜30を成膜し、コンタクトホール49を形成する(3PR目)。

(e) アルミニウムをスパッタリング法により300nm形成し、反射板10を形成する(4PR目)。

【0097】本実施例で、プラズマCVD法により成膜した、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、アモルファスシリコン膜、n型アモルファスシリコン膜の成膜条件は、全て、実施例1と同一とした。また、TFT素子アイランド5007-8形成及び、凹凸21形成のための、クロム、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、アモルファスシリコン膜、n型アモルファスシリコン膜のエッチング法、及びその条件も実施例1と同一とした。

【0098】本実施例においても、前記実施例6と同様に、反射板表面に形成される凹凸は、上記(c)のTFT素子部形成と同時に形成し、アクティブマトリクス駆動素子に順スタガーコンストラクションTFTを用いたため、実施例2に記載の逆スタガーコンストラクションTFTに比べて、さらにPR工程数を減少することができる。

【0099】凹凸21上に形成した有機系絶縁膜には、日産化学RN-901の感光性ポリイミド膜を用いた。形成条件は、実施例2と同一とした。上記凹凸21の上部を有機系絶縁膜30で1μmの膜厚で覆うことにより、凹凸傾斜角度を滑らかにしている。その結果、実施例2で得られた反射板と同様に、本実施例の場合も、広い視野角度の範囲で、より強い反射強度を有する反射板が得られた。

【0100】なお、本実施例の場合、PR数は、前記記載の実施例6の全PR数3に比べて、+1増加して、4PR数となる。しかし、従来の6PRより少ない工程数で反射型液晶表示装置を提供できる。

【0101】また、本実施例で用いた反射板表面に有する凹凸の平均傾斜角度は10度とした。

【0102】なお、上記(c)で形成された凹凸の平面形状及び位置は、ランダムとなっている。

【0103】さらに、反射板10は、下部側基板側の最上層に位置することから、該反射板面積を最大限に大きくでき、その結果、開口率は、80~90%を占めるこことから、光輝度反射板を実現できた。

【0104】その後、前記記載の実施例6と同様に、液晶表示装置を製造し、同様の効果を得た。

【0105】なお、本実施例では、TFT素子部及び凹凸部と反射画素電極板との間の層間絶縁膜として、ポジ型感光型有機系絶縁膜を使用した。層間絶縁膜に感光性を有さない有機系絶縁膜を用いた場合に於いても、同様の効果が期待できる。ただし、感光性を有する場合と有さない場合とでは、プロセス工程数が大きく異なる。図18に、感光性膜を用いた場合と、感光性を有さないポリイミド膜を用いた場合のプロセス工程図を示す。感光性絶縁膜を用いた場合、(a)成膜、(b)露光、

(c)エッチング工程と、僅か3工程で済むが、感光性を有さない絶縁膜の場合、通常のレジストプロセス処理を行うために、(a)絶縁膜成膜、(e)レジスト塗布、(f)露光、(g)現像、(h)エッチング、

(i)レジスト剥離と6工程も必要となる。そのため、プロセスの簡略化の為には、感光性絶縁膜の使用が有効である。

【0106】その他の感光性膜として、実施例2でも既に示した、ネガ型感光性有機膜として、東レ製フォトニースUR3800、感光性無機膜として、日産化学製HM-5001を用いても同様の効果が期待できる。

【0107】(実施例8) 本発明の実施例に用いた反射型液晶表示装置の製造工程を図19に示す。本実施例は、上記記載の実施例3における反射型液晶表示素子のアクティブマトリクス駆動用スイッチング素子である逆スタガーコンストラクション薄膜トランジスタの代わりに、順スタガーコンストラクション薄膜トランジスタを採用した。

【0108】順スタガーコンストラクション薄膜トランジスタの製造プロセスは実施例6と同様に行った。

(a) ガラス基板上5にCr金属をスパッタリング法により50nm形成し、ソース電極8、ドレイン電極9及び信号線をCr金属により形成する(1PR目)。

(b) ドーピング層、半導体層17、ゲート絶縁膜16をプラズマCVDにより連続成膜を行った。このとき、ドーピング層には、リン原子を混入しn型化されたアモルファスシリコン(n+a-Si)層を100nm、そして半導体層には、アモルファスシリコン層を100nm、ゲート絶縁膜には、シリコン酸化膜を300nm、シリコン窒化膜を100nm、成膜した。

(c) Cr金属をスパッタリング法により50nm形成し、ゲート電極15とTFT素子部6のアイランド及

び、凹凸21を形成する(2PR目)。

【0109】ガラス基板5のエッチング工程以降は実施例3と同様に行った。

(d) (c)において、TFT素子のアイランド化及び、凹凸形成のために、Cr/シリコン酸化膜/シリコン窒化膜/アモルファスシリコン膜/n型化アモルファスシリコン膜/Crをエッチングした後、連続的に下地のガラス基板のエッチングを行う。50%ふっ化水素酸水溶液を用いて、ガラス基板を1μmエッチングした。その結果、下部のガラス基板凹凸と上部の凹凸を合わせて、最大1.7μmの高さを有する凹凸が形成された。

(e) アルミニウムをスパッタリング法により300nm形成し、反射板10を形成した(3PR目)。

【0110】その後、前記の実施例6に記載の製造プロセスを用いて、反射型液晶表示装置の製造を行った。

【0111】本実施例では、ガラス基板5をもエッチングすることにより、凹凸153の高さをTFT素子の膜厚に依存せず高くすることができる。したがって、PR数を増やすことなく、高性能TFTを得るための最適膜厚に設定でき、かつ、良好な反射性能を得るために必要な凹凸の高さも得ることができる。

【0112】その結果、実用上十分明るく、新聞紙に匹敵する白表示を有するモノクロ反射型パネルを低成本で、実現した。また、対向側基板側に、RGBカラーフィルタを設置することで、明るいカラー反射型パネルを低成本で実現できた。

【0113】なお、本実施例では、第一の凹凸構造は、ガラス基板のエッチングにより得られたが、ガラス基板上に酸化シリコン膜、窒化シリコン膜等の無機膜、あるいはポリイミド膜等の有機膜を形成し、これをエッチングすることで、第一の凹凸構造を形成しても、同様の効果が期待できる。

【0114】(実施例9)本発明の実施例に用いた反射型液晶表示装置の製造工程を図20に示す。本発明は、上記記載の実施例5における反射型液晶表示素子のアクティブマトリクス駆動用スイッチング素子である逆スタガ構造薄膜トランジスタの代わりに、順スタガ構造薄膜トランジスタを採用した。

【0115】順スタガ構造薄膜トランジスタの製造工程は実施例6と同様に行い、反射板と凹凸の間の絶縁膜の形成は実施例5と同様に行った。

【0116】なお、本実施例では、第一の凹凸構造は、ガラス基板のエッチングにより得られたが、ガラス基板上に酸化シリコン膜、窒化シリコン膜等の無機膜、あるいはポリイミド膜等の有機膜を形成し、これをエッチングすることで、第一の凹凸構造を形成して、本実施例と同一プロセスにより製造しても、同様の効果が期待できる。

【0117】(実施例10)本実施例では、実施例2~5、7~10に記載の製造工程と同様に製造された反射

型液晶表示装置のコンタクトホールを各々の画素内部で異なる位置に配置して、該コンタクトホール部の凹部も反射板表面の不規則な凹凸構造の一部とすることで、明るい反射型液晶表示装置を提供するものである。

【0118】本実施例では、凹凸の上部に感光性ポリイミド膜(日産化学RN-902)をアクティブマトリクス駆動素子及び配線上に形成し、反射板がアクティブマトリクス駆動素子を覆うように形成し、且つ前記反射板は画素電極の機能を有し、コンタクトホールにより前記アクティブマトリクス駆動素子と電気的に接続した。

【0119】このコンタクトホール形成に使用されるマスクパターンは、各々の画素内部で異なる位置に配置した。このマスクを使用して、感光性ポリイミド膜に露光、現像することで、コンタクトホール部の形成を行った。これにより、ポリイミド膜を介して、反射板とアクティブマトリクス駆動素子を電気的に接続するための反射板下部に位置するコンタクトホール位置が、画素ごとに不規則に配置された。なお、本実施例では、一辺10μmの正方形パターンをコンタクト形状として採用したが、これに限定されるものではない。

【0120】図7(a)にコンタクトホール位置が周期的である場合、図7(b)にコンタクトホール位置が不規則である場合の平面図を示す。(a)では、ホール部49が表示画素サイズで周期的に配置されるため、パネル表示は、該ホール部の平坦部が観察される。これに対して、本実施例(b)はコンタクトホール位置49を、各画素内部領域で変化させることで、コンタクトホール部の凹部も反射板表面の不規則な凹凸構造の一部となり、ホール部が認識されないことにより、良好な反射板性能が提供された。

【0121】(実施例11)本実施例では、実施例2で示したアクティブマトリクス駆動素子に逆スタガ構造薄膜トランジスタを用いる反射型液晶表示装置のデータ線からの書き込み印加電圧を次の書き込みまで保持するための液晶との並列容量の作製を示す。本実施例で作製した反射型液晶表示装置の蓄積容量線及びゲートストレージ線を有する場合断面構造図を図21に示す。

【0122】本実施例では、実施例2の製造工程(a)の工程において、ゲート電極15と凹凸21用のCrパターンを形成すると同時に、蓄積容量線用あるいは、ゲートストレージ線用のCrパターン211を形成すること以外は実施例2と同様に作製した。それゆえ、絶縁膜30を介して反射板10と蓄積容量線またはゲートストレージ線211の間で蓄積容量Cを設けることができる。

【0123】上記、並列容量の作製は、実施例2の製造工程(a)の工程で使用するマスクを変更するだけで、アクティブマトリクス駆動素子と凹凸の製造プロセスで、上記蓄積容量及びゲートストレージ用パターンも同時に形成できる。

【0124】さらに、並列容量形状による反射板表面の最適凹凸構造を乱さないために、蓄積容量線及び、ゲートストレージ線の平面形状は、バターニングに用いたマスクパターンを不規則形状とすることで、不規則形状とした。ただし、個々の画素内の蓄積容量値が同一となるように不規則形状を決定した。

【0125】本実施例においても、アクティブマトリクス駆動素子と凹凸の製造プロセスで同時に形成でき、並列容量の平面形状は、不規則形状とすることにより、反射板性能を劣化させずかつ、製造工程数を増加させることなく、並列容量が形成でき、これにより、実用上、明るく、みやすい、優れた表示性能を有する反射型液晶表示装置を提供できた。

【0126】(実施例12) 本実施例では、実施例2で示したアクティブマトリクス駆動素子に逆スタガー構造薄膜トランジスタを用いる反射型液晶表示装置のデータ線からの書き込み印加電圧を次の書き込みまで保持するための液晶との並列容量の作製を示す。本実施例で作製した反射型液晶表示装置の蓄積容量線を有する場合の断面構造図を図22に示す。

【0127】本実施例では、実施例2の製造工程(d)の工程において、ソース電極8、ドレイン電極9と凹凸用のCrパターン21を形成すると同時に、蓄積容量線用のCrパターン221を形成すること以外は実施例2と同様に作製した。それゆえ、絶縁膜30を介して反射板10と蓄積容量線221の間で蓄積容量Cを設けることができる。

【0128】上記、並列容量の作製は、実施例2の製造工程(d)の工程で使用するマスクを変更するだけで、アクティブマトリクス駆動素子と凹凸の製造プロセスで、上記蓄積容量用パターンも同時に形成できる。

【0129】さらに、該並列容量形状による反射板表面の最適凹凸構造を乱さないために、蓄積容量線の平面形状は、バターニングに用いたマスクパターンを不規則形状とすることで、不規則形状とした。ただし、個々の画素内の蓄積容量値が同一となるように不規則形状を決定する。

【0130】本実施例に於いても、アクティブマトリクス駆動素子と凹凸の製造プロセスで同時に形成でき、並列容量の平面形状は、不規則形状とすることにより、反射板性能を劣化させずかつ、製造工程数を増加させることなく、並列容量が形成でき、これにより、実用上、明るく、みやすい、優れた表示性能を有する反射型液晶表示装置を提供できた。

【0131】(実施例13) 本実施例では、実施例2で示したアクティブマトリクス駆動素子に逆スタガー構造薄膜トランジスタを用いる反射型液晶表示装置のデータ線からの書き込み印加電圧を次の書き込みまで保持するための液晶との並列容量の作製を示す。本実施例で作製した反射型液晶表示装置の蓄積容量線を有する場合の断

面構造図を図23に示す。

【0132】本実施例では、実施例2の製造工程(d)の工程において、ソース電極8、ドレイン電極9と凹凸用のCrパターン21を形成すると同時に、蓄積容量線用のCrパターン231を形成する。そして、製造工程(e)のコンタクトホール49形成時において、ソース・ドレイン電極と同層に形成された蓄積容量線用のCrパターン231と反射板10のコンタクト部232を形成し、これを電気的に接続する以外は、実施例2と同様に作製した。これにより、ゲート絶縁膜16を介して反射板10と蓄積容量線用Crパターン233の間で蓄積容量Cを設けることができる。

【0133】上記、並列容量の作製は、実施例2の製造工程(d)と(e)の工程で使用するマスクを変更するだけで、アクティブマトリクス駆動素子と凹凸の製造プロセスで、上記蓄積容量用パターンも同時に形成できる。

【0134】さらに、並列容量形状による反射板表面の最適凹凸構造を乱さないために、蓄積容量線の平面形状は、バターニングに用いたマスクパターンを不規則形状とすることで、不規則形状とした。ただし、個々の画素内の蓄積容量値が同一となるように不規則形状を決定する。

【0135】本実施例に於いても、アクティブマトリクス駆動素子と凹凸の製造プロセスで同時に形成でき、該並列容量の平面形状は、不規則形状とすることにより、反射板性能を劣化させずかつ、製造工程数を増加させることなく、並列容量が形成でき、これにより、実用上、明るく、みやすい、優れた表示性能を有する反射型液晶表示装置を提供できた。

【0136】(実施例14) 図24に、本実施例の反射型液晶表示装置の断面図を示す。この実施例では、実施例13で、蓄積容量線用Crパターンのうち、ゲート電極と同窓のCrパターン233と反射板10とをコンタクト部232で接続している。

【0137】これにより、TFT素子時に形成されたゲート絶縁膜16を介して反射板10と蓄積容量線231の間で蓄積容量Cを設けることができる。

【0138】上記、並列容量の作製は、実施例2の製造工程(d)と(e)の工程で使用するマスクを変更するだけで、アクティブマトリクス駆動素子と凹凸の製造プロセスで、上記蓄積容量用パターンも同時に形成できる。

【0139】さらに、並列容量形状による反射板表面の最適凹凸構造を乱さないために、蓄積容量線の平面形状は、バターニングに用いたマスクパターンを不規則形状とすることで、不規則形状とした。ただし、個々の画素内の蓄積容量値が同一となるように不規則形状を決定する。

【0140】本実施例に於いても、アクティブマトリク

ス駆動素子と凹凸の製造プロセスで同時に形成でき、並列容量の平面形状は、不規則形状とすることにより、反射板性能を劣化させずかつ、製造工程数を増加させることなく、並列容量が形成でき、これにより、実用上、明るく、みやすい、優れた表示性能を有する反射型液晶表示装置を提供できた。

【0141】(実施例15) 本実施例では、実施例6で示したアクティブマトリクス駆動素子に順スタガー構造薄膜トランジスタを用いる反射型液晶表示装置のデータ線からの書き込み印加電圧を次の書き込みまで保持するための液晶との並列容量の作製を示す。本実施例で作製した反射型液晶表示装置の蓄積容量線、あるいは、ゲートストレージ線を有する場合の断面構造図を図25に示す。

【0142】本実施例では、実施例6の製造工程(c)の工程において、ゲート電極15と凹凸用のCrバターン21を形成すると同時に、蓄積容量線用あるいは、ゲートストレージ線用のCrバターン251を形成すること以外は実施例6と同様に試作した。それゆえ、絶縁膜30を介して反射板10と蓄積容量線またはゲートストレージ線251の間で蓄積容量Cを設けることができる。

【0143】上記、並列容量の作製は、実施例2の製造工程(c)の工程で使用するマスクを変更するだけで、アクティブマトリクス駆動素子と凹凸の製造プロセスで、上記蓄積容量及びゲートストレージ用バターンも同時に形成できる。

【0144】さらに、並列容量形状による反射板表面の最適凹凸構造を乱さないために、蓄積容量線及び、ゲートストレージ線の平面形状は、バターニングに用いたマスクバターンを不規則形状とすることで、不規則形状とした。ただし、個々の画素内の容量値が同一となるように不規則形状を決定した。

【0145】本実施例に於いても、アクティブマトリクス駆動素子と凹凸の製造プロセスで同時に形成でき、該並列容量の平面形状は、不規則形状とすることにより、反射板性能を劣化させず且つ、製造工程数を増加させることなく、並列容量が形成でき、これにより、実用上、明るく、みやすい、優れた表示性能を有する反射型液晶表示装置を提供できた。

【0146】(実施例16、17、18) 順スタガー構造薄膜トランジスタを用いた場合にも、逆スタガー構造薄膜トランジスタを用いた例で示した蓄積容量線のいくつかのバリエーションが、考えられる。

【0147】図26、図27、図28に、実施例16、17、18の反射型液晶表示装置の断面図を示す。

【0148】実施例16では、ソース、ドレイン電極と同層に設けたCrバターン211と反射板10とで、蓄積容量Cを形成している。

【0149】実施例17では、ゲート電極と同層に形成

されたCrバターン231と反射板10とをコンタクト部232で接続し、これとソース、ドレイン電極と同層に設けたCrバターン233とで蓄積容量Cを形成している。

【0150】実施例18では、ソース、ドレイン電極と同層に形成されたCrバターン233と反射板10とをコンタクト部232で接続し、これとゲート電極と同層に設けたCrバターン231とで蓄積容量Cを形成している。

【0151】実施例11～18では、TFT素子作成時に成膜された膜と、その上に形成された絶縁膜により凹凸が形成されているが、ガラス基板またはガラス基板上に形成された絶縁膜をもエッチングすることにより凹凸を形成した場合にも、上記並列容量の提供ができる。

【0152】(実施例19) 本発明の実施例に用いた反射型液晶表示装置の製造工程を図29に示す。既に実施例1～実施例10に記載の本発明の反射型液晶表示装置におけるアクティブマトリクス駆動素子には、薄膜トランジスタが使用されてきたがこれに限定されるものではない。本実施例では、アクティブマトリクス駆動素子にMIMダイオードを採用した場合について示す。

【0153】本実施例における反射型液晶表示装置の製造プロセスの場合、下部基板としては、ガラス基板を用いた。ガラス基板の上に、Crを50nmスパッタ法により成膜し、通常のフォトレジスト法によりバターニングしリード電極291および凹凸バターン292を作成した(a)。その後、フラズマCVD法を用いて絶縁層としてSiNx膜を500nm成膜し、通常のフォトレジスト法によりバターニングし、MIM素子部の絶縁層部293及び反射板の凹凸294を形成した(b)。さらに、アルミニウムをスパッタリング法により300nm成膜し、反射板10の形成を行う。

【0154】その後、上記MIM素子を作製したガラス基板5と、透明導電膜のITO295が、リード電極291と直交する方向に短冊状に形成した対向側基板296を、各々の膜面が対向するようにして重ね合わせた。なお、MIM素子を形成したガラス基板5と対向側基板296には、配向処理が施され、両基板はプラスチック粒子等のスペーサを介して、パネル周辺部にエポキシ系の接着剤を塗ることにより、張り合わせられた。その後、H型液晶11を注入し液晶層として、液晶表示装置を製造した。実用上十分明るく、新聞紙に匹敵する白表示を有するモノクロ反射型パネルを低成本で、実現した。また、対向側基板側に、RGBカラーフィルタを設置することで、明るいカラー反射型パネルを低成本で実現できる。

【0155】(実施例20) 本発明の実施例に用いた反射型液晶表示装置の製造工程を図30に示す。本実施例は、実施例19にさらにガラス基板をエッチングし、凹凸高さを高くしたものである。

【0156】本実施例における反射型液晶表示装置の製造工程は、(c)の工程以外は実施例19と同様であるので記載を省略する。(b)の工程で通常のフォトレジスト法によりバターニングし、塗化シリコン膜をエッチングの後、連続的に下地のガラス基板を1μmエッチングする(c)。

【0157】その後、前記に記載の実施例19と同様に、対向側基板296と上記で作製したMIM素子を形成したガラス基板9を用いて、液晶表示装置を製造した。

【0158】本実施例では、ガラス基板をもエッチングすることにより、凹凸の高さをMIM素子の膜厚に依存せず高くすることができる。したがって、MIM素子の膜厚を最適化するとともに、凹凸の高さも最適化することができ、高性能MIM素子と高性能反射板が実現できる。本実施例の場合においても、実用上十分明るく、新聞紙に匹敵する白表示を有するモノクロ反射型パネルを低コストで、実現した。また、対向側基板側に、RGBカラーフィルタを設置することで、明るいカラー反射型パネルを低コストで実現できる。

【0159】(実施例21)図31に本実施例で製造した反射型液晶表示装置のMIM素子を形成したガラス基板断面図を示す。

【0160】本実施例では、前記に記載の実施例20の図30(c)のMIM素子部の絶縁層部及び反射板の凹凸を形成した後、感光性ポリイミド(RN-901)311を塗布、90°Cで仮焼成、露光・現像により、パターン形成し、250°Cで30分間の本焼成を行う。凹凸、MIM素子、リード線の上部を該ポリイミド膜で0.5~2μmの膜厚で覆う。MIM素子と反射板10とはコンタクトホール312により接続される。

【0161】前記実施例に比べて、PR数は1増加するが、凹凸傾斜角度を滑らかにでき、反射板の反射性能を最適にする事ができる。ただし、従来MIMダイオードを用いた反射型液晶表示装置よりも低コストで実現できる。

【0162】その後、前記に記載の実施例19と同様に、対向側基板と上記で作製したMIM素子を形成したガラス基板を用いて、液晶表示装置を製造した。本実施例の場合においても、実用上十分明るく、新聞紙に匹敵する白表示を有するモノクロ反射型パネルを低コストで、実現した。また、対向側基板側に、RGBカラーフィルタを設置することで、明るいカラー反射型パネルを低コストで実現できる。

【0163】(実施例22)本発明の実施例に用いた反射型液晶表示装置の製造工程を図32に示す。この実施例では、アクティブマトリクス駆動素子として、MIMダイオードを採用し、そのリード電極にTaを用いた。以下に製造工程を詳しく説明する。

【0164】ガラス基板5の上に、リード電極291と

してTaを500nmスパッタ法により作成し、リード電極291と凹凸パターン292とを同時に形成した

(a)。その後、リード線291を、0.1wt%のケン酸水溶液に浸し、2Vの定電圧を印加することで、陽極酸化を行った。これにより、リード電極の表面部分が陽極酸化絶縁薄膜321で覆われる。なお、この陽極酸化層膜厚は200nmとした(b)。その後、絶縁膜としてSiO₂膜322を600nm蒸着した。酸化シリコン層をエッチングすることで、MIMダイオード領域のアイランド化322と凹凸323の形成を同時に行う(c)。その後、アルミニウムをスパッタリング法により300nm成膜し、反射板10の形成を行う(d)。

【0165】その後、前記に記載の実施例19と同様に、対向側基板と上記で作製したMIM基板を用いて、液晶表示装置を製造した。本実施例の場合においても、実用上十分明るく、新聞紙に匹敵する白表示を有するモノクロ反射型パネルを低コストで、実現した。また、対向側基板側に、RGBカラーフィルタを設置することで、明るいカラー反射型パネルを低コストで実現できる。

【0166】(実施例23)本発明の実施例に用いた反射型液晶表示装置の製造工程を図33に示す。

【0167】本実施例では、実施例22でリード電極を形成した後、連続的に下地のガラス基板を1μmエッチングする。その後、実施例22と同様の方法で、Taを陽極酸化し、リード電極の表面部分を陽極酸化絶縁膜321で覆う。その後、アルミニウムをスパッタリング法により300nm成膜し、反射板10の形成を行う。

【0168】その後、前記に記載の実施例19と同様に、対向側基板と上記で作製したMIM基板を用いて、液晶表示装置を製造した。本実施例の場合においても、実用上十分明るく、新聞紙に匹敵する白表示を有するモノクロ反射型パネルを低コストで、実現した。また、対向側基板側に、RGBカラーフィルタを設置することで、明るいカラー反射型パネルを低コストで実現できる。

【0169】(実施例24)本発明の実施例に用いた反射型液晶表示装置の製造工程を図34に示す。

【0170】本実施例では、実施例23で陽極酸化を行う工程まで、同様に行い、その後、有機系あるいは無機系絶縁膜311を形成して、コンタクトホール312を形成した後、アルミニウムをスパッタリング法により300nm成膜し、反射板10の形成を行う。有機系あるいは無機系絶縁膜としては、感光性ポリイミドを用いた。

【0171】感光性ポリイミド(RN-901)は塗布後、90°Cで仮焼成、露光・現像により、パターン形成し、250°Cで30分間の本焼成を行う。凹凸、MIM素子、リード線の上部をポリイミド膜で0.5~2μmの膜厚で覆う。

【0172】前記実施例に比べて、PR数は1増加する

が、凹凸傾斜角度を滑らかにでき、反射板の反射性能を最適にする事ができる。ただし、従来MIMダイオードを用いた反射型液晶表示装置よりも低成本で実現できる。

【0173】その後、前記に記載の実施例19と同様に、対向側基板と上記で作製したMIM素子を形成したガラス基板を用いて、液晶表示装置を製造した。本実施例の場合においても、実用上十分明るく、新聞紙に匹敵する白表示を有するモノクロ反射型パネルを低成本で、実現した。また、対向側基板側に、RGBカラーフィルタを設置することで、明るいカラー反射型パネルを低成本で実現できる。

【0174】

【発明の効果】本発明に従えば、反射型液晶表示装置の反射性能を決める反射板表面凹凸は、アクティブマトリクス駆動素子製造において、成膜された絶縁膜、半導体膜、電極金属の単層及び積層膜をアクティブマトリクス駆動素子のパターン形成と同時に凹凸の元となるパターン形成を行うことで、低成本で、且つ良好な表示性能を有する反射型液晶表示装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の逆スタガー構造TFTを用いた反射型液晶表示装置の下部側基板の製造工程図。

【図2】本発明の逆スタガー構造TFTを用いた反射型液晶表示装置の断面構造図。

【図3】本発明の絶縁性基板をエッチングして凹凸形成した逆スタガーTFTを用いた反射型液晶表示装置の断面構造図。

【図4】反射板凹凸が周期構造の反射特性を示す図。

【図5】反射板凹凸が不規則構造の反射特性を示す図。

【図6】反射性能評価システムの概略図。

【図7】従来技術と本発明のコンタクトホール位置の説明図。

【図8】本発明の順スタガー構造TFTを用いた反射型液晶表示装置の下部側基板の製造工程図。

【図9】本発明の実施例の反射板凹凸表面の断面図。

【図10】本発明の実施例の液晶表示装置の断面図。

【図11】本発明の実施例2の下部側基板の製造工程図。

【図12】絶縁膜を有さない反射板の反射性能を示す図。

【図13】本発明の実施例2の絶縁膜を有する反射板の反射性能を示す図。

【図14】本発明の実施例3の下部側基板の製造工程図。

【図15】本発明の実施例4の下部側基板の断面図。

【図16】本発明の実施例5の断面図。

【図17】本発明の実施例7の下部側基板の製造工程図。

【図18】感光性絶縁膜と通常の絶縁膜の場合の製造工

程の違いを示す説明図。

【図19】本発明の実施例8の下部側基板の製造工程図。

【図20】本発明の実施例9の下部側基板の製造工程図。

【図21】本発明の実施例9の凹凸形成層を設けた場合の下部側基板の断面図。

【図22】本発明の実施例12の下部側基板の断面図。

【図23】本発明の実施例13の下部側基板の断面図。

【図24】本発明の実施例14の下部側基板の断面図。

【図25】本発明の実施例15の下部側基板の断面図。

【図26】本発明の実施例16の下部側基板の断面図。

【図27】本発明の実施例17の下部側基板の断面図。

【図28】本発明の実施例18の下部側基板の断面図。

【図29】本発明の実施例19の下部側基板の製造工程図。

【図30】本発明の実施例20の下部側基板の製造工程図。

【図31】本発明の実施例21の下部側基板の断面図。

【図32】本発明の実施例22の下部側基板の製造工程図。

【図33】本発明の実施例23の下部側基板の製造工程図。

【図34】本発明の実施例24の下部側基板の製造工程図。

【図35】従来の反射型液晶表示装置の断面図。

【図36】従来の反射型液晶表示装置の下部側基板の製造工程図。

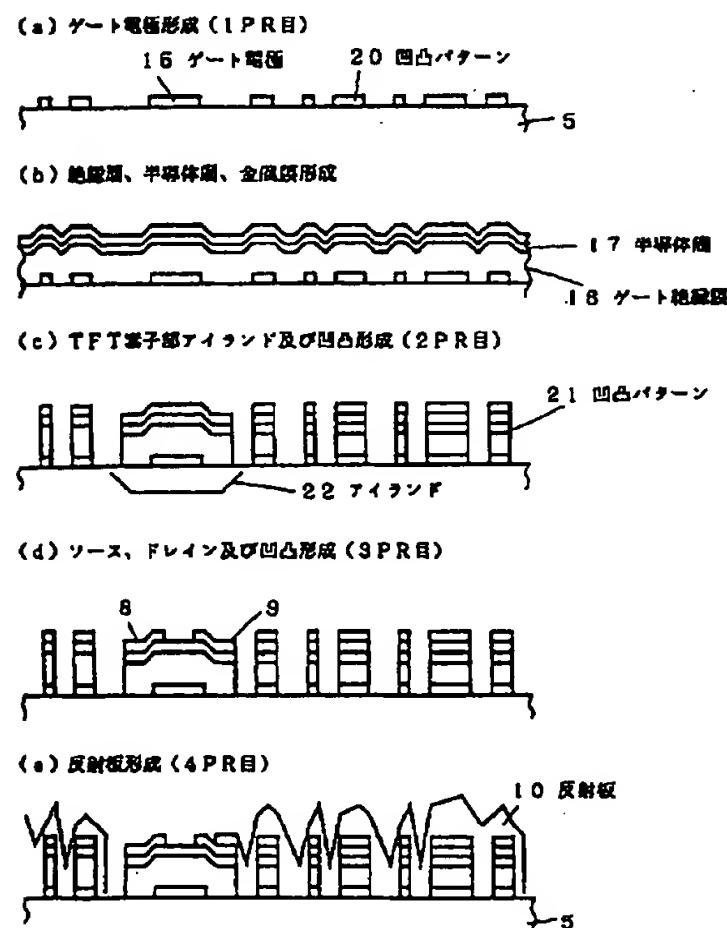
【符号の説明】

- 1 対向側基板
- 2 対向側ガラス基板
- 3 透明電極
- 4 下部側基板
- 5 ガラス基板
- 6 TFT
- 7 ポリイミド膜
- 8 ソース電極
- 9 ドレイン電極
- 10 反射板
- 11 液晶層
- 12 入射光
- 13 反射光
- 14 凹凸形状
- 15 ゲート電極
- 16 ゲート絶縁膜
- 17 半導体層
- 18 ポリイミド表面凹凸
- 19 コンタクトホール
- 20 凹凸パターン
- 21 凹凸パターン

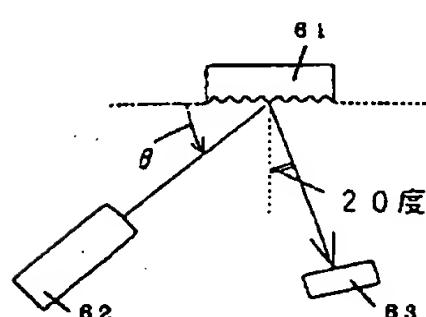
22 アイランド
 30 絶縁膜
 40 凹凸
 41 凹凸最大高さ
 71 ソース信号線
 72 ゲート信号線
 91 側壁部
 92 テーパ部
 93 凹凸傾斜角度
 101 接着剤
 141 凹凸パターン
 151 絶縁層
 152 絶縁層凹凸部
 153 全凹凸部
 211 蓄積容量線またはゲートストレージ線用Crバ

ターン
 221 蓄積容量線
 231 蓄積容量線
 232 蓄積容量用コンタクトホール
 233 蓄積容量線下部電極
 251 蓄積容量線あるいはゲートストレージ線
 291 リード電極
 292 凹凸用Cr
 293 絶縁層
 284 凹凸
 296 対向側基板
 301 ガラス凹凸部
 311 絶縁層
 312 コンタクトホール
 322 酸化シリコン膜

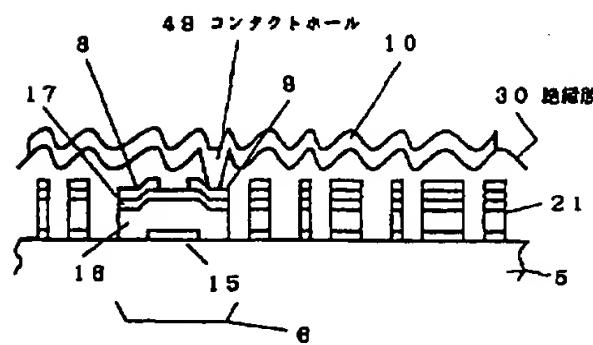
【図1】



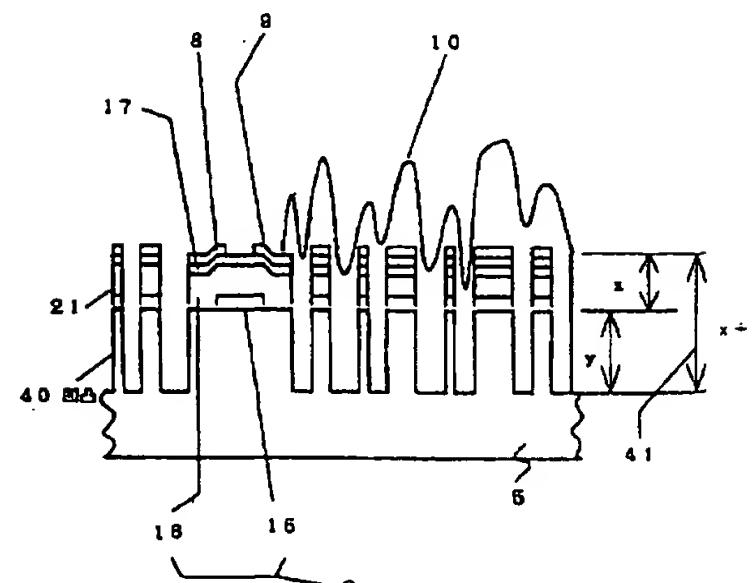
【図6】

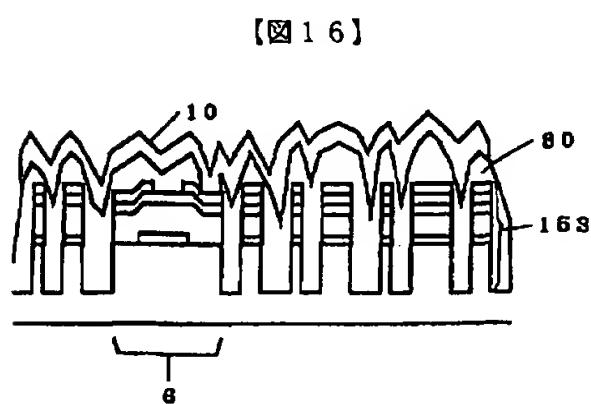
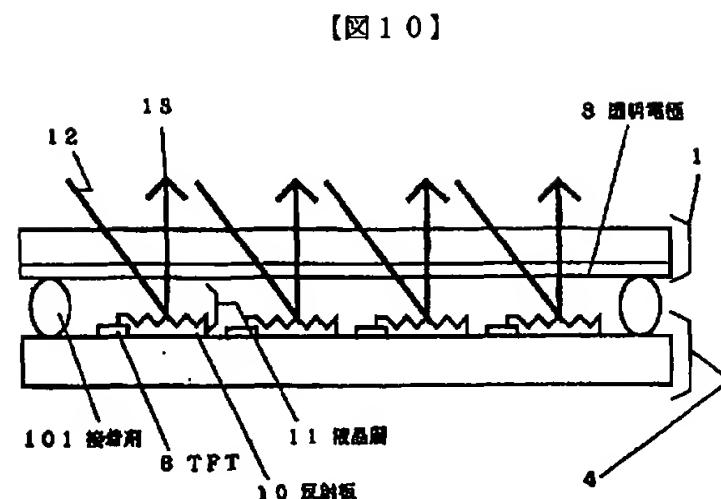
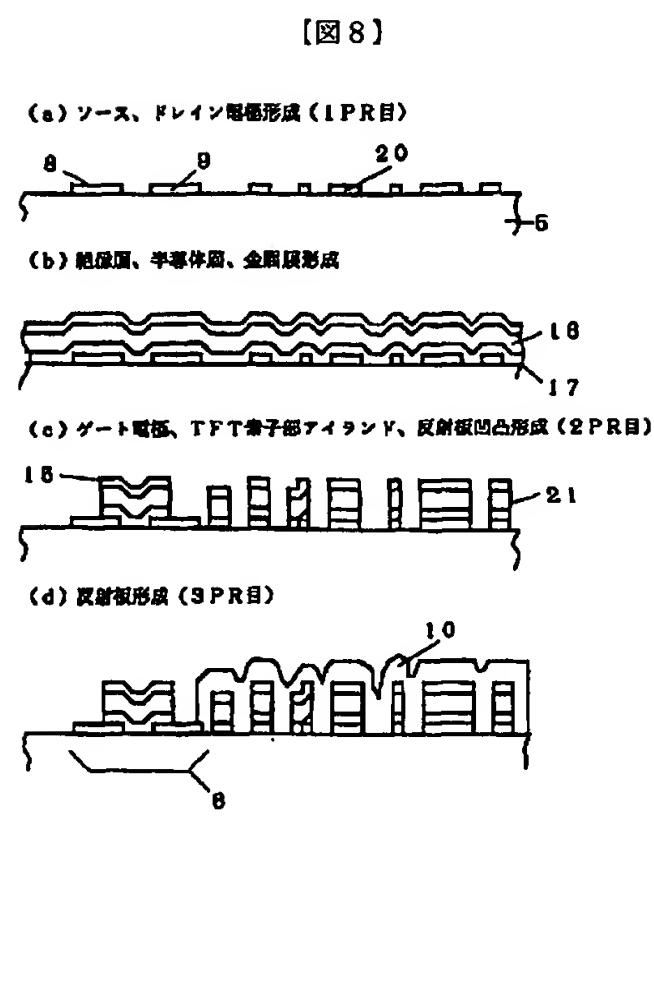
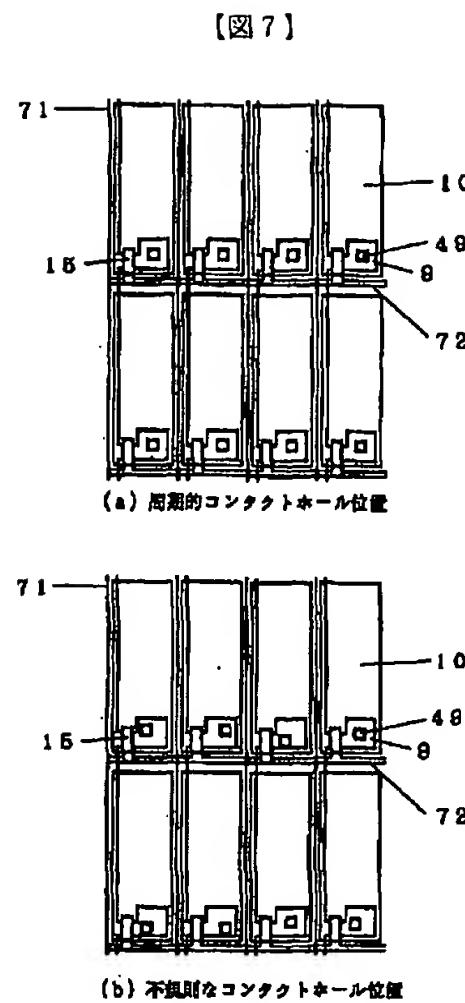
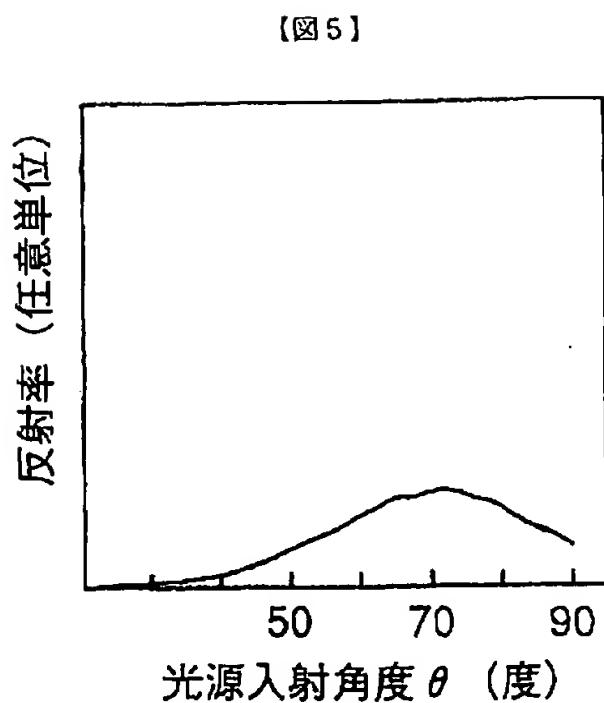


【図2】



【図3】

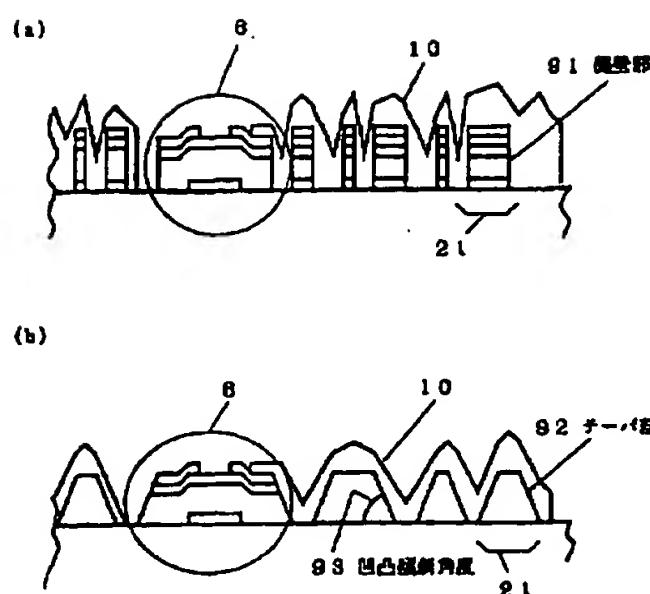




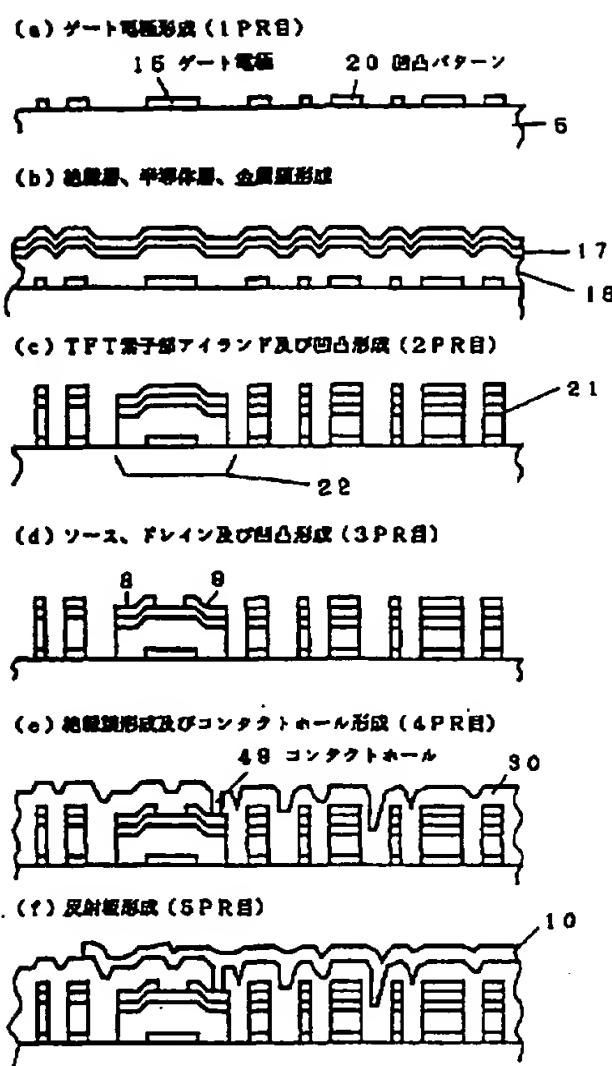
(17)

特開平09-054318

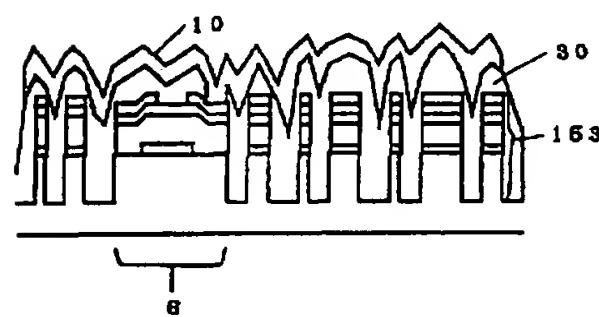
【図9】



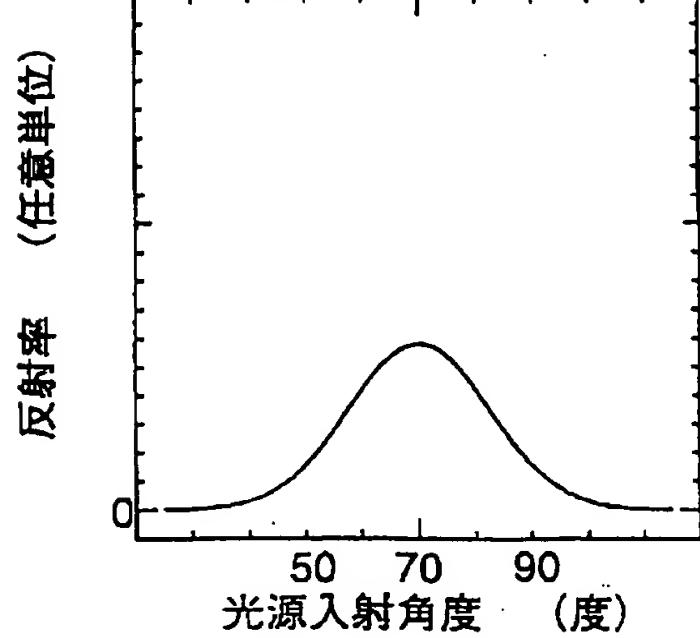
【図11】



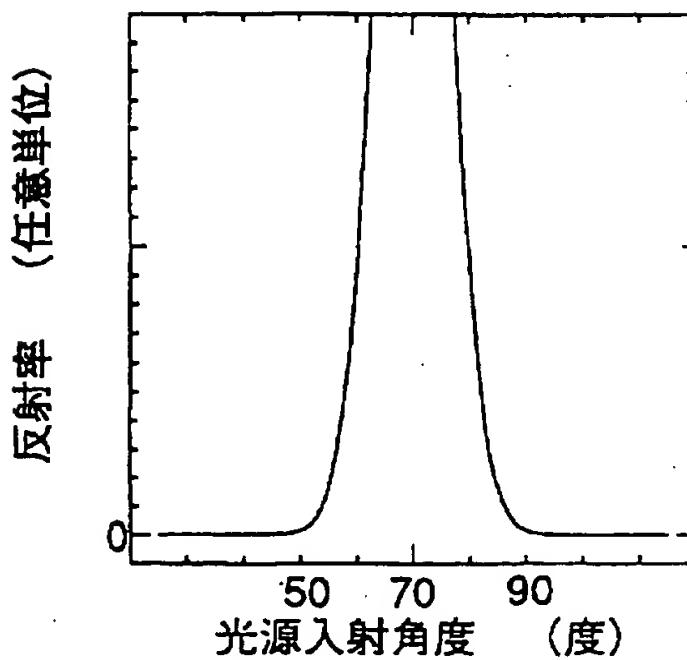
【図16】



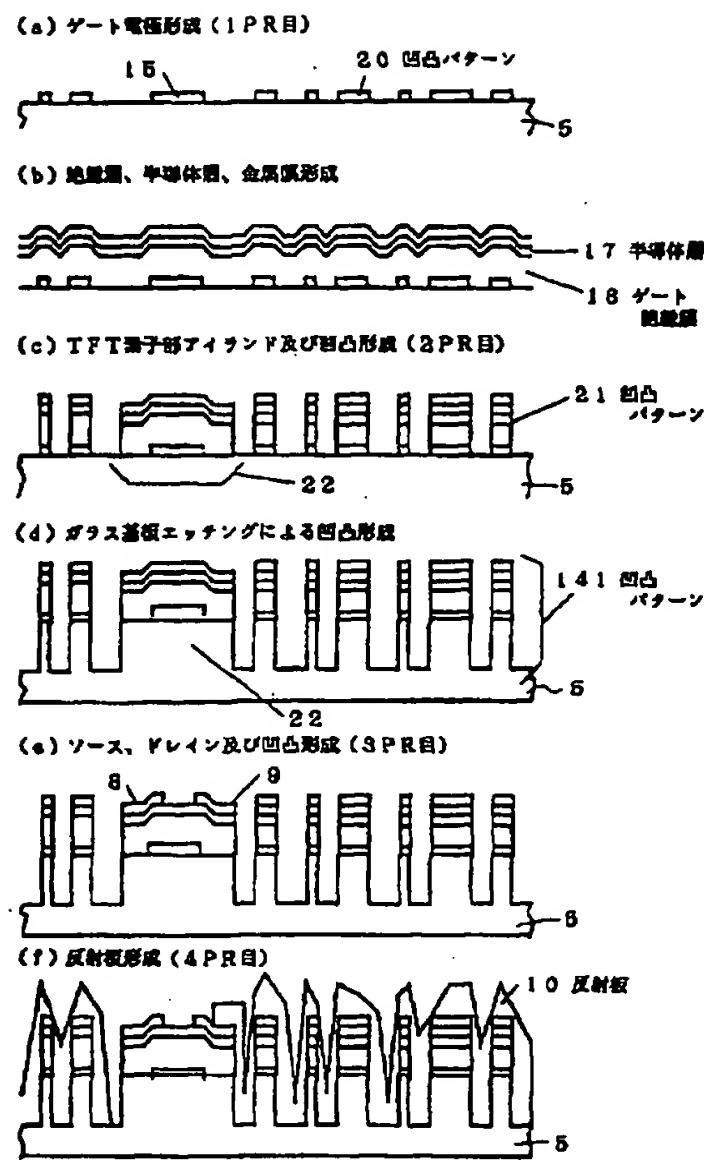
【図12】



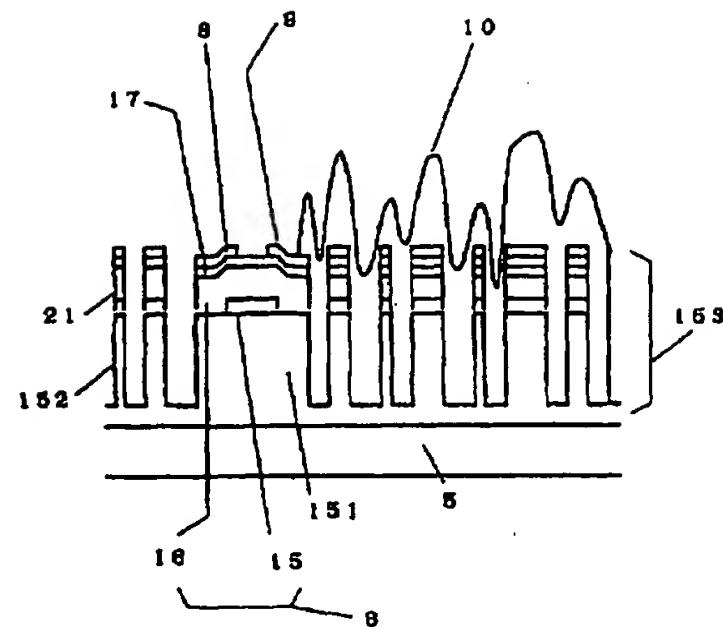
【図13】



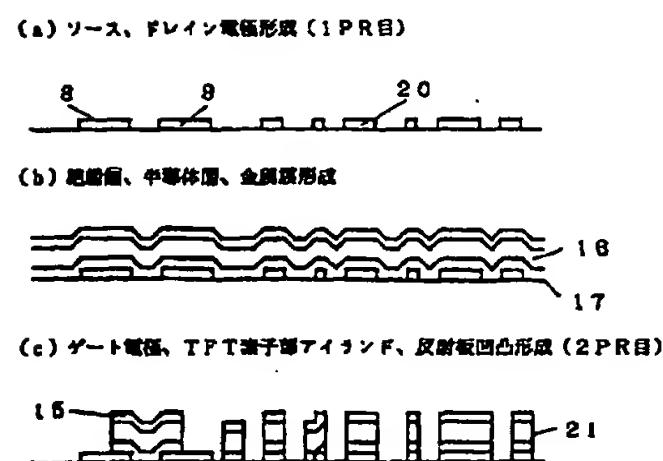
【図14】



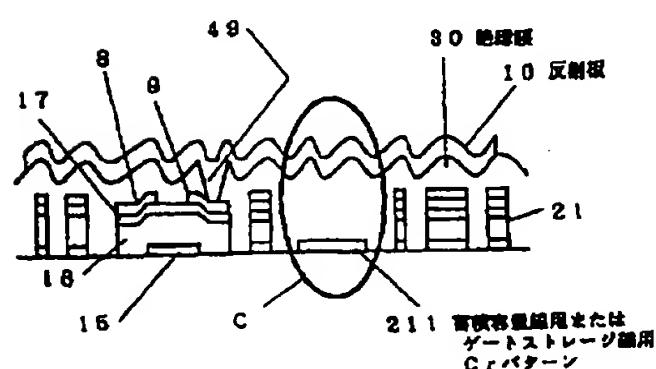
【図15】



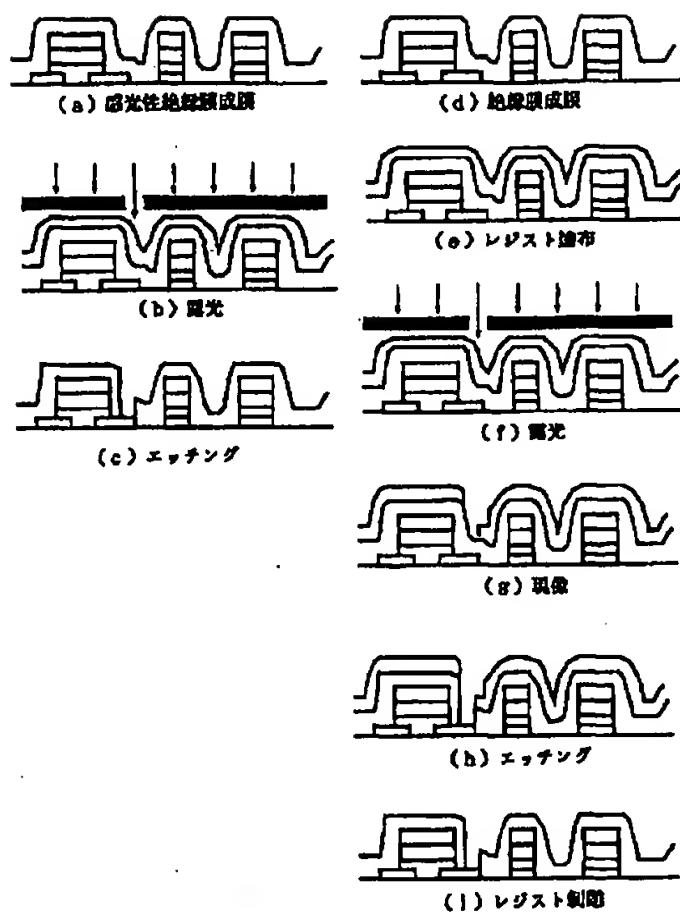
【図17】



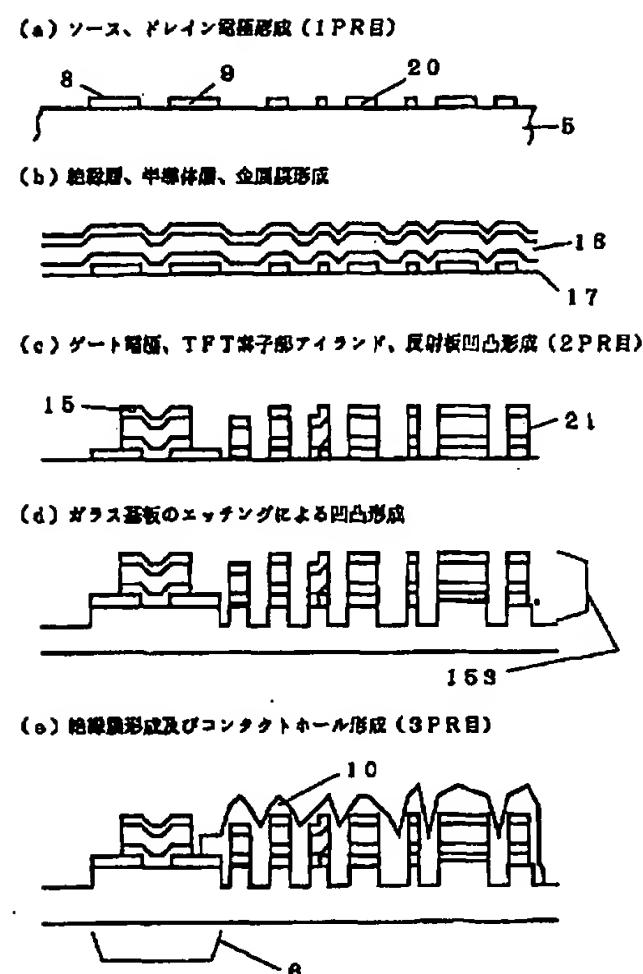
【図21】



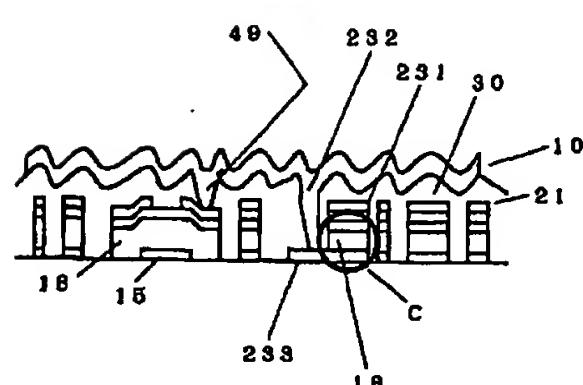
【図18】



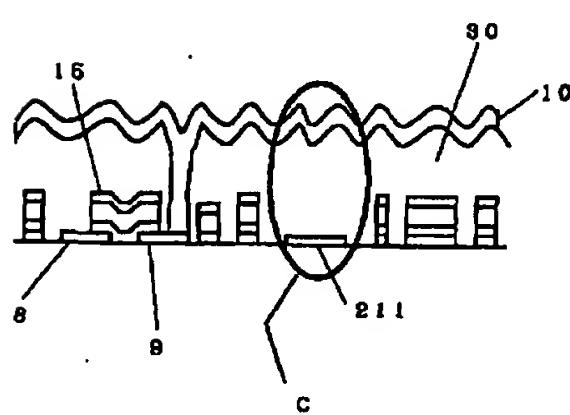
【図19】



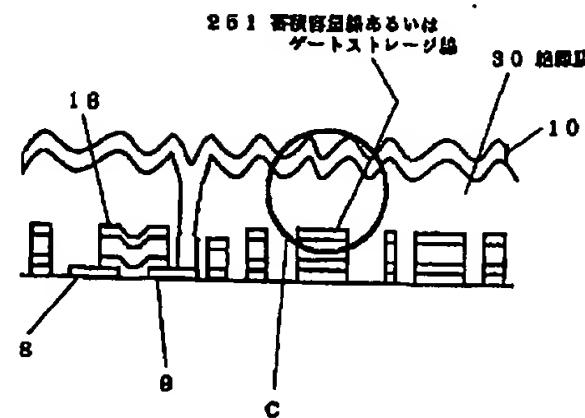
【図24】



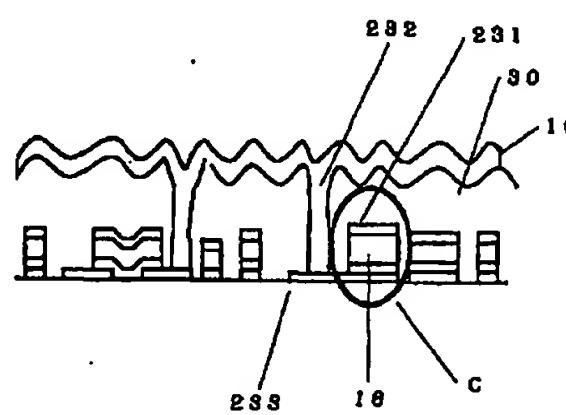
【図26】



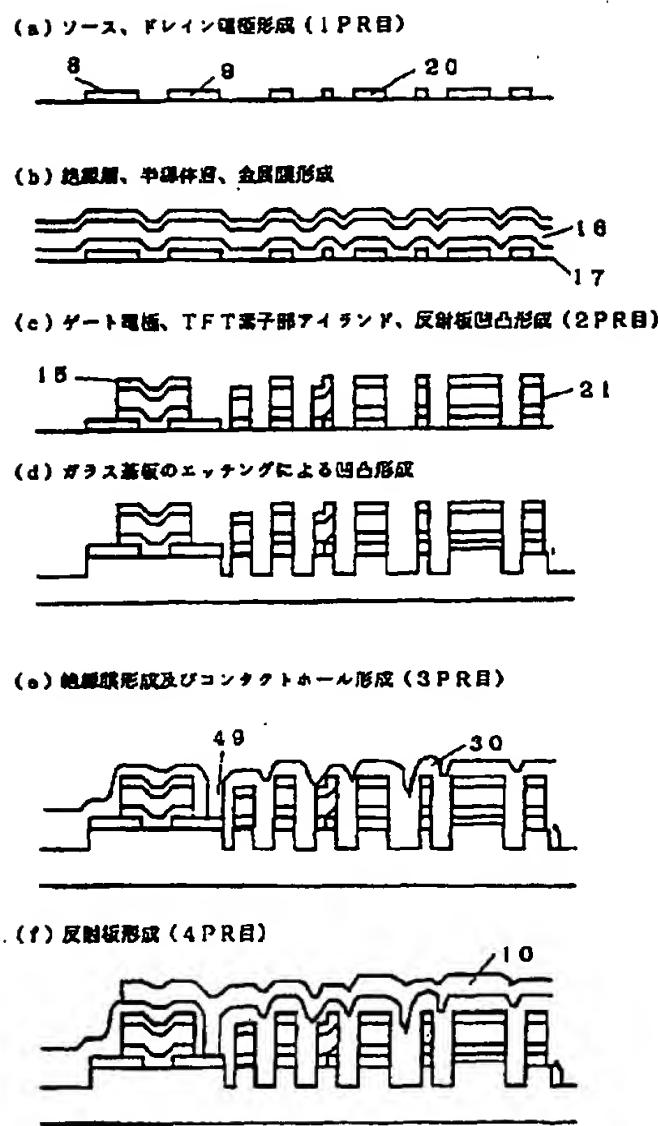
【図25】



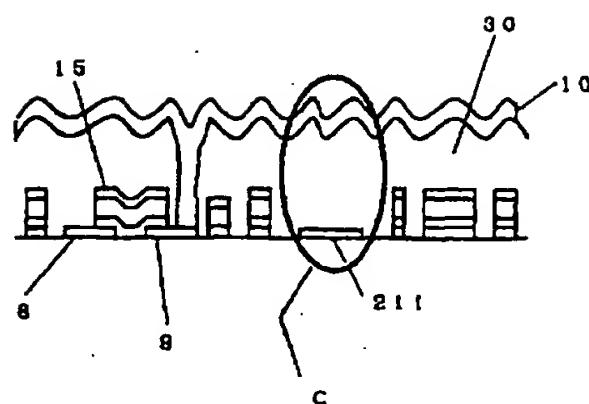
【図28】



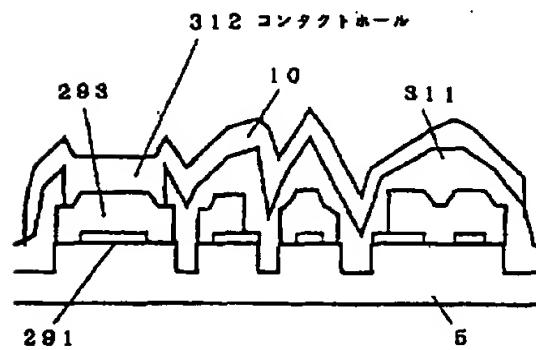
【図20】



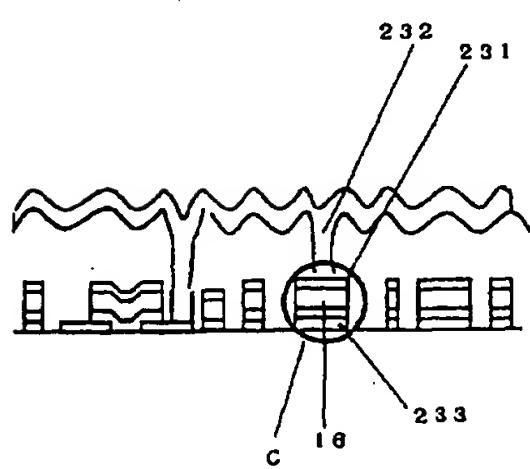
【図26】



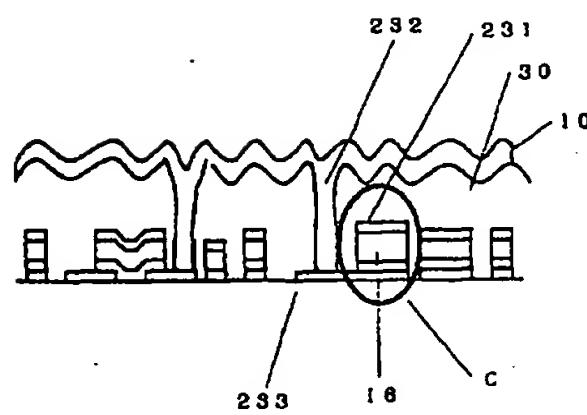
【図31】



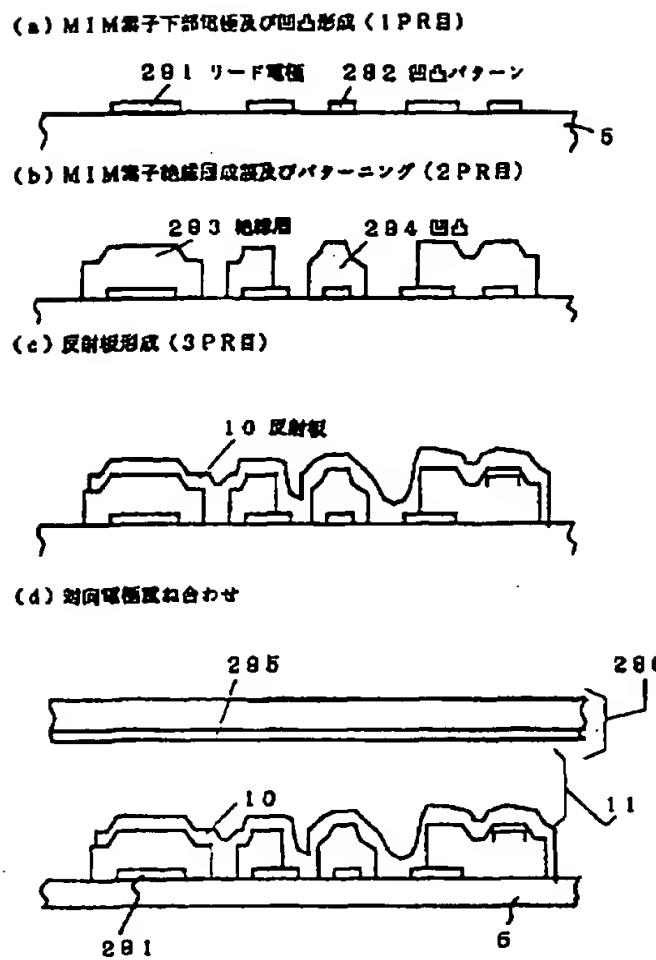
【図27】



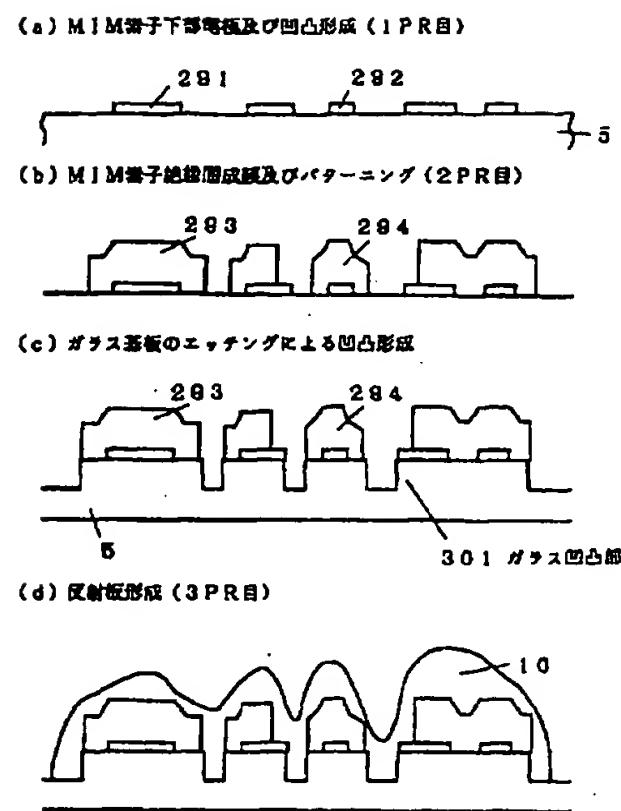
【図28】



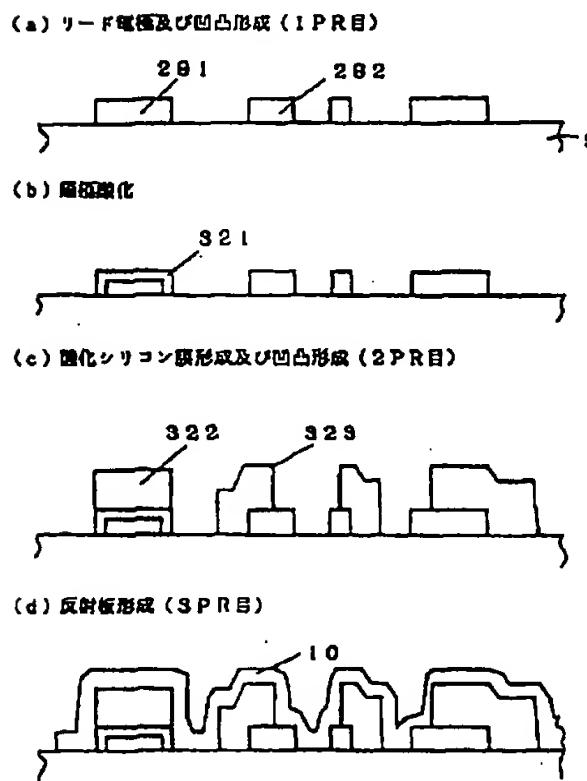
【図29】



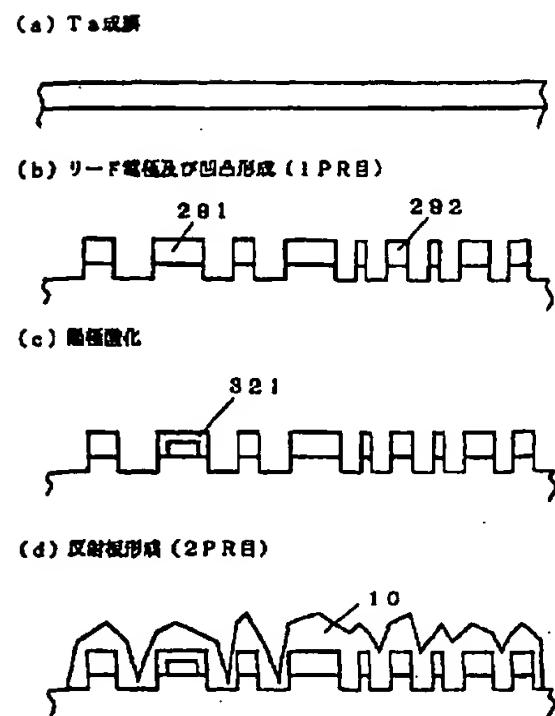
【図30】



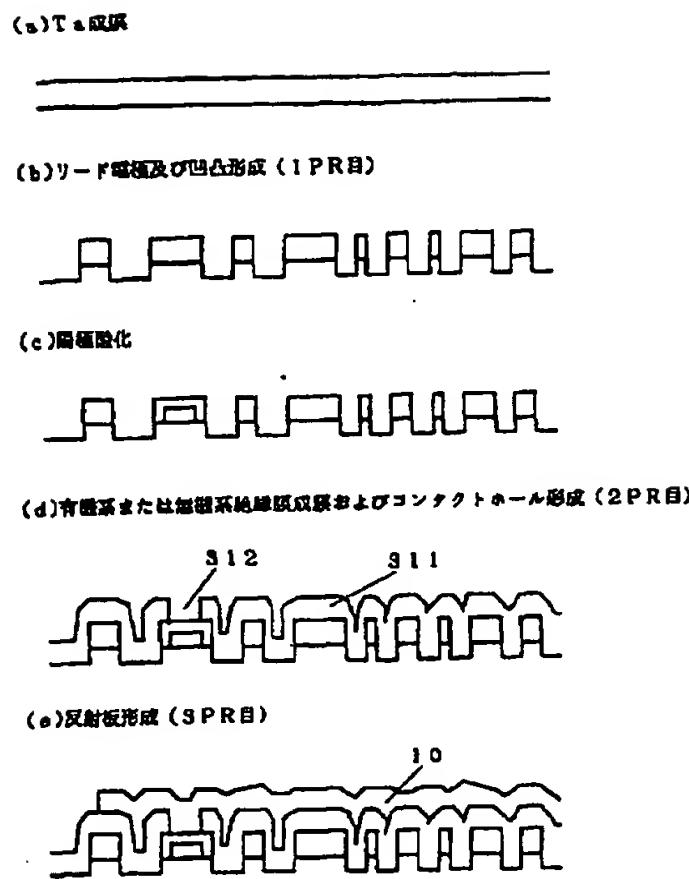
【図32】



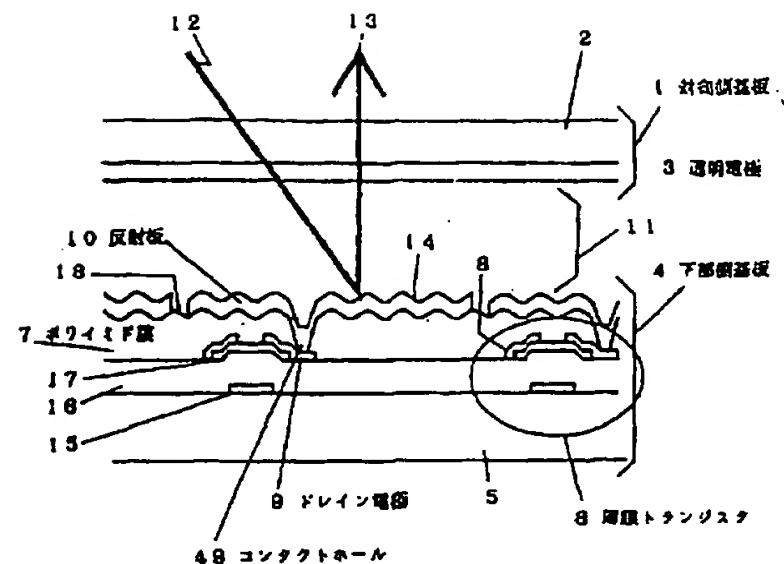
【図33】



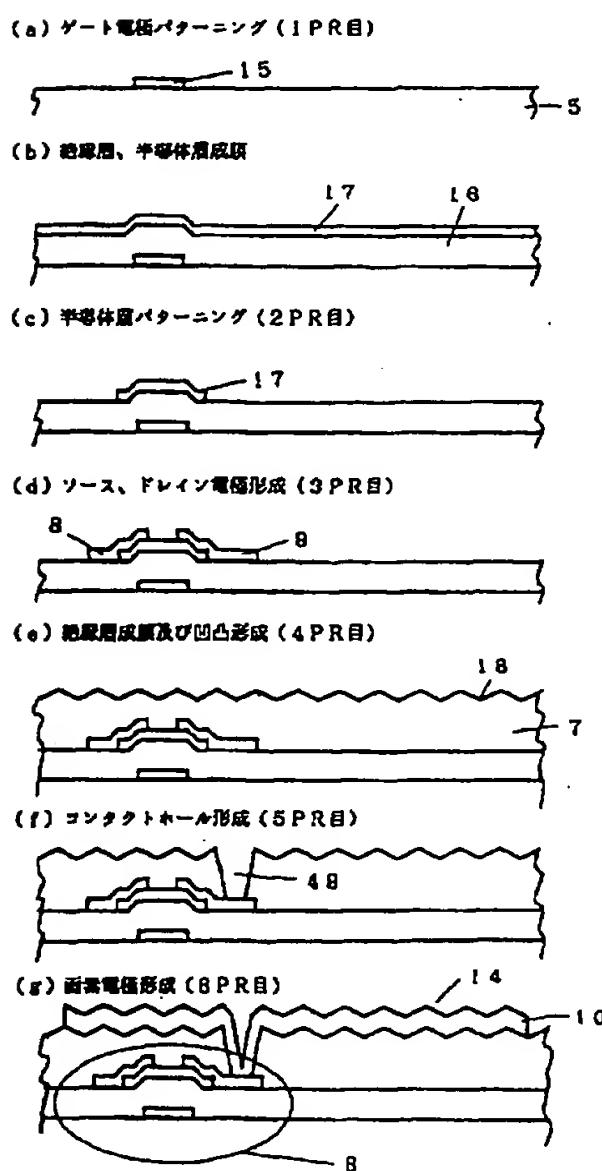
【図34】



【図35】



【図36】



Japanese Patent Laid-Open Number 9-54318

Laid-Open Date: February 25, 1997

Application No.: 7-208817

Application Date: August 16, 1995

Applicant: 000004237

NEC Corporation

Inventor: Hiroshi KANO et al.

[Title of the Invention] Reflection type liquid crystal display device and manufacturing method thereof

[Summary]

[Purpose] To decrease the number of the production processes for a reflection type liquid crystal display device driven by active matrix.

[Constitution] An insulating film 30 is formed on the upper portion of thin film transistors 6 formed on an insulating substrate 5 and further, a reflection plate 10 electrically connected to the TFTs is formed thereon. Convex and concave existing on the surface of the reflection plate is formed by simultaneously forming convex and concave 21 at time of forming a gate electrode 15, a gate insulating film 16, and a semiconductor layer 17 to islands by etching in a production process for thin film transistors.

[Effect] At the production process for TFTs, convex and concave of a reflection plate can be formed in the same process and a high-luminance reflection plate is produced, and therefore, the active matrix driving reflection type liquid crystal display element having good image quality can be provided at a low cost.

[What is Claimed is:]

[Claim 1] A reflection type liquid crystal display device having the structure in which a liquid crystal layer is interposed between an insulating substrate comprising an active matrix driving element and a reflection plate having convex and concave on a surface thereof and an insulating substrate having a transparent electrode, is characterized in that there is a convex and concave formed by patterning at least one of a metal film, an insulating film, and a semiconductor film which are formed in the production process for the active matrix driving element, below the reflection plate.

[Claim 2] A reflection type liquid crystal display device having the structure in which a liquid crystal layer is interposed between an insulating substrate comprising an active matrix

driving element and a reflection plate having convex and concave on a surface thereof and an insulating substrate having a transparent electrode, is characterized in that there are a convex and concave formed by patterning at least one of a metal film, an insulating film, and a semiconductor film which are formed in the production process for the active matrix driving element, and an insulating film formed on the convex and concave, below the reflection plate.

[Claim 3] A reflection type liquid crystal display device having the structure in which a liquid crystal layer is interposed between an insulating substrate having an active matrix driving element and a reflection plate having convex and concave on a surface thereof and an insulating substrate having a transparent electrode, is characterized in that there are convex and concave formed by patterning the insulating substrate, and another concave and convex formed by patterning at least one of a metal film, an insulating film and a semiconductor film which are formed on the convex and concave in the production process for the active matrix drive elements in correspondence to a period of the concave and convex, below the reflection plate.

[Claim 4] A reflection type liquid crystal display device having the structure in which a liquid crystal layer is interposed between an insulating substrate having an active matrix driving element and a reflection plate having convex and concave on a surface thereof and an insulating substrate having a transparent electrode, is characterized in that there are convex and concave formed by patterning the insulating substrate, another concave and convex formed by patterning at least one of a metal film, an insulating film and a semiconductor film which are formed on the convex and concave in the production process for the active matrix drive elements in correspondence to a period of the concave and convex, and an insulating film formed on the convex and concave, below the reflection plate.

[Claim 5] The reflection type liquid crystal display device according to one of claims 1, 2, 3, and 4 wherein at least one of height, period, and tilt angle of the convex and concave formed below the reflection plate is irregular.

[Claim 6] The reflection type liquid crystal display device according to claim 2 or 4 is characterized in that the insulating film formed on the convex and concave is formed on the above mentioned active matrix driving element and wirings, a reflection plate formed on the upper portion of the above mentioned organic-based insulating film or inorganic-based insulating film to cover the active matrix driving element, functions as a pixel electrode and is electrically connected to the active matrix driving element through contact holes.

[Claim 7] The reflection type liquid crystal display device according to claim 6 wherein

the position of the contact hole of respective pixel electrodes is different in each of pixel electrodes.

[Claim 8] The reflection type liquid crystal display device according to any one of claims 1 to 7 wherein the active matrix driving element is stagger transistor.

[Claim 9] A manufacturing method of a reflection type liquid crystal display device characterized by the steps of forming convex and concave in advance on a position where a reflection plate should be formed by forming an active matrix driving element on an insulating substrate and at the same time, patterning at least one of a metal film, an insulating film, and a semiconductor film formed by using a production process for the active matrix driving element, forming a reflection plate on the convex and concave, mating an insulating substrate on which the active matrix driving element and the reflection plate are formed with another insulating substrate having a transparent electrode, and injecting a liquid crystal therebetween.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Field of the Invention]

The present invention relates to a reflection type liquid crystal display device particularly characterized by a reflection plate.

[0002]

[Prior Art]

A reflection type liquid crystal display device does not need a back light as a light source since a light incident from external is reflected by a reflection plate disposed in a liquid crystal display device, and this reflection light is used as a display light source. Therefore, this is considered to be more effective technique to accomplish low power operation, thin form and light weight in comparison with a transmission type liquid crystal display device. The basic structure of the present reflection type liquid crystal display device has liquid crystals using TN (twisted nematic) system, STN (super twisted nematic) system, GH (guest host) system, PDLC (high polymer distribution) system, or the like, an element for switching the liquid crystal (thin film transistor, diode) and further, a reflection plate disposed in or out of the elements.

[0003]

The display performance of the reflection type liquid crystal display device is required to display a clear and white display under the state of liquid crystal transmission. To attain the required display performance, it is important to control a reflection performance of the

reflection plate, namely, the shape of convex and concave existing on a surface of the reflection plate, in particular, control of a tilt angle and the irregularity of convex and concave.

[0004]

The conventional reflection type liquid crystal display device adopts an active matrix driving method in which a thin film transistor (TFT) enabling to realize high definition and high image quality or diode having a metal/insulating film/metal (MIM) structure as a switching element, and a reflection plate is attached thereto.

[0005]

Fig. 35 shows an example of a specified structure of a reflection type liquid crystal display device. A counter substrate 1 is constituted with a counter glass substrate 2 and a transparent electrode 3. A lower substrate 4 is constituted with a reverse stagger thin film transistor 6 formed on a glass substrate 5, a polyimide film 7 which is an interlayer insulating film formed thereon and a reflection plate 10 which functions as a pixel electrode.

[0006]

In this example, as an active matrix driving element, the reverse stagger thin film transistor 6 is used, and the reflection plate 10 is electrically connected to a drain electrode 9 of the thin film transistor 6 through a contact hole 49.

[0007]

A GH liquid crystal is located between the counter substrate 1 and a lower substrate 4 as a liquid crystal layer 11.

[0008]

A light 12 incident from external passing through a counter glass substrate 2, a transparent electrode 3, and a liquid crystal layer 11 is reflected by a reflection plate 10 and this reflection light 13 is used as a light source of a liquid crystal display device. To obtain a bright liquid crystal display device, it is necessary that light incident from several directions is efficiently irradiated toward the front of a liquid crystal display device 13. Therefore, convex and concave shape 14 is provided on a surface of the reflection plate by forming convex and concave 18 on a surface of the polyimide film 7.

[0009]

Fig. 36 is a view illustrating production process of a conventional reflection type liquid crystal display device. The production processes for transistors of the liquid crystal display comprises (a) forming a gate electrode 15 on the upper portion of a glass substrate 5, (b) forming

an insulating film 16, a semiconductor layer and a doping layer 17, (c) patterning the semiconductor layer to islands, (d) then, forming a source electrode 8 and a drain electrode 9, (e) thereafter, forming a polyimide film 7 as an insulating film to form convex and concave 18 in the reflection plate formation region, (f) forming a contact hole 49 in a polyimide film 7, and (g) forming a reflection plate 10 to form convex and concave 14. As the formation of the convex and concave 14, the method of patterning the polyimide film 7 has already been known.

[0010]

According to the above mentioned processes, the number of photolithography (PR) necessary for the production process for a TFT substrate of the conventional reflection type liquid crystal display device should be six.

[0011]

These methods are disclosed in the Japanese Patent Laid-Open No. 61-6390, or Proceedings of the SID (Tohru Koizumi and Tatsuo Uchida, Proceedings of the SID, Vol. 29, 157, 1988).

[0012]

[Problems to be Solved by the Invention]

The conventional reflection type liquid crystal display element is produced by a lot of PR processes and a complex production process as mentioned in the Prior Art. In particular, with regard to the number of photolithography steps, manufacture of a switching element and a reflection plate needs 3 photolithography steps, respectively, so that the total number of photolithography steps is six.

[0013]

This number is determined by that a high performance switching element and a high performance reflection plate are required to be formed on the same insulating substrate, and to attain this request, the switching element and the reflection plate are formed by using the separate production process. As a result, it brings about the increase of the production cost and becomes a factor which makes unit price of the reflection type liquid crystal display device high.

[0014]

Therefore, the reflection type liquid crystal display element has an important problem that the production cost should be reduced by the decrease of the above mentioned PR number and a simple process.

[0015]

The object of the present invention is to provide a reflection type liquid crystal display element having high performance active matrix driving element and a high-luminance reflection plate at a low cost.

[0016]

[Means to solve the Problem]

According to the present invention, convex and concave is formed in advance on the position where a reflection plate is formed in future when an active matrix driving element is formed on an insulating substrate. The present invention is characterized in that the convex and concave is formed by using at least any one of a metal film, an insulating film, and a semiconductor film formed by the production process for the active matrix driving element.

[0017]

Namely, in a reflection type liquid crystal display device having the structure in which a liquid crystal layer is interposed between an insulating substrate comprising an active matrix driving element and a reflection plate having convex and concave on a surface thereof and an insulating substrate having a transparent electrode, the present invention is characterized in that, below the reflection plate, there is convex and concave formed by patterning at least one of a metal film, an insulating film, and a semiconductor film which are formed in the production process for the active matrix driving element.

[0018]

Further, in a reflection type liquid crystal display device having the structure in which a liquid crystal layer is interposed between an insulating substrate having an active matrix driving element and a reflection plate having convex and concave on a surface thereof and an insulating substrate having a transparent electrode, the present invention is characterized in that, below the reflection plate, there are convex and concave formed by patterning at least one of a metal film, an insulating film, and a semiconductor film which are formed in the production process for the active matrix driving element, and an insulating film formed on the convex and concave.

[0019]

Furthermore, in a reflection type liquid crystal display device having the structure in which a liquid crystal layer is interposed between an insulating substrate having an active matrix driving element and a reflection plate having convex and concave on a surface thereof and an insulating substrate having a transparent electrode, the present invention is characterized in that, below the reflection plate, there are convex and concave formed by patterning the insulating substrate and

another concave and convex formed by patterning at least one of a metal film, an insulating film and a semiconductor film which are formed on the convex and concave in the production process for the active matrix drive elements in correspondence to a period of the concave and convex of the insulating substrate.

[0020]

Furthermore, in a reflection type liquid crystal display device having the structure in which a liquid crystal layer is interposed between an insulating substrate having an active matrix driving element and a reflection plate having convex and concave on a surface thereof and an insulating substrate having a transparent electrode, the present invention is characterized in that, below the reflection plate, there are convex and concave formed by patterning the insulating substrate, another concave and convex formed by patterning at least one of a metal film, an insulating film and a semiconductor film which are formed on the convex and concave in the production process for the active matrix drive elements in correspondence to a period of the concave and convex of the insulating substrate, and an insulating film formed on this convex and concave.

[0021]

It is preferable that at least one of height, period, and tilt angle of the convex and concave formed under the reflection plate is irregular.

[0022]

The insulating film is formed on the convex and concave as well as the above mentioned active matrix driving element and wirings. A reflection plate is formed on the upper portion of the above mentioned insulating film to cover the active matrix driving element. Also, the reflection plate functions as a pixel electrode and electrically connected to the active matrix driving element through contact holes, thereby a reflection type liquid crystal display device is completed.

[0023]

The position of the contact hole of respective pixel electrodes is different in each of pixel electrodes.

[0024]

As the insulating film formed on the convex and concave, a photosensitive insulating film can be used.

[0025]

As the active matrix driving element, the conventionally known transistor, diode, or the like can be used. In particular, it is preferable to use a stagger structure TFT.

[0026]

The present invention relates to a manufacturing method of a reflection type liquid crystal display device characterized by the steps of forming convex and concave in advance on a position where a reflection plate should be formed by forming an active matrix driving element on an insulating substrate and at the same time, patterning at least one of a metal film, an insulating film, a semiconductor film formed by using a production process for the active matrix driving element, forming a reflection plate on the convex and concave, mating an insulating substrate on which the active matrix driving element and the reflection plate are formed with another insulating substrate having a transparent electrode, and injecting a liquid crystal therebetween.

[0027]

[Operation]

According to the present invention, convex and concave is formed in advance in the position where a reflection plate should be formed in future at the same time of forming an active matrix driving element on an insulating substrate. Further, since the convex and concave is formed by using at least one of a metal film, an insulating film, and a semiconductor film which are formed in the production process for the active matrix driving element, production processes can be omitted.

[0028]

The operation of the present invention will be described in detail with reference to drawings.

[0029]

In the production processes for the conventional reflection type liquid crystal display device shown in Fig. 36, manufacture of a thin film transistor needs 3 photolithography steps, manufacture of a pixel electrode needs 3 photolithography steps, therefore the total number of photolithography steps needs six.

[0030]

On the other hand, according to the present invention, manufacture of a thin film transistor needs 3 photolithography steps, manufacture of a pixel electrode needs 1 photolithography step, therefore the total number of photolithography steps is four. As a result, the number of processes can be omitted.

[0031]

Referring to Fig. 1, the production process for a reflection type liquid crystal display device will be described in detail. In Fig. 1, the same reference numerals as in Fig. 35 and 36 denote the

same member.

[0032]

The production process for a thin film transistor is as follows.

- (a) After forming a metal for a gate electrode on a glass substrate 5, a gate electrode 15 and convex and concave pattern 20 which becomes a base of convex and concave formed on a reflection plate, are formed in accordance with photolithography steps.
- (b) A gate insulating film 16, a semiconductor film 17, a metal film for source and drain electrodes are formed thereon.
- (c) An etching is performed with an island on a thin film transistor portion 22, and convex and concave pattern 21 to form a base of a reflection plate left over. Namely, since the process is used for formation of convex and concave at the same time of forming a thin film transistor, the process can be simplified. Thereafter, (d) a source electrode 8 and a drain electrode 9 are formed. Consequently, a thin film transistor can be completed.

[0033]

A reflection plate 10 is formed by covering this surface with a metal having high reflection efficiency to perform pattern formation, thereby the reflection type liquid crystal display device is completed.

[0034]

Next, using Fig. 2, the second operation of the present invention will be described.

[0035]

Fig. 2 shows a cross sectional view of the reflection type liquid crystal display device on which an organic insulating film or an inorganic insulating film formed below the reflection plate. In Fig. 2, the same reference numerals as in Fig. 1 denote the same member. The difference between Fig. 1 and Fig. 2 is such that an organic insulating film or an inorganic insulating film 30 is formed between the reflection plate 10 and the thin film transistor 6 or the convex and concave pattern 21 to connect the reflection plate 10 and the drain electrode 9 through a contact hole 49.

[0036]

According to the present invention, (1) since the reflection plate 10 can be formed on a different layer with the thin film transistor 6 and the source electrode 8 and drain electrode 9, the area of the reflection plate can be maximum, (2) since tilt portion of convex and concave 30 can be smoothed, convex and concave formed on a reflection plate having more excellent reflection performance, and (3) the thin film transistor 6 can be passivated, thereby preventing deterioration

of the thin film transistor due to a liquid crystal material.

[0037]

Further, an insulating film is formed on the active matrix driving element and wirings, a reflection plate is formed on the upper portion of the organic insulating film or the inorganic insulating film to cover the active matrix driving element. The reflection plate also functions as a pixel electrode, thereby (1) the reflection plate forms on a different layer with a thin film transistor and a wiring to make the area of the reflection plate maximum, and almost incident light irradiated in the liquid crystal display device can be utilized as a reflection light and (2) the reflection plate can be utilized as a pixel electrode, so that it is not necessary to form a new pixel electrode and the number of processes can be reduced.

[0038]

Referring to Fig. 3, operation will be described in the case of patterning an insulating substrate.

[0039]

Fig. 3 shows a cross section of a reflection type liquid crystal display device in the case of forming convex and concave by patterning an insulating substrate. In Fig. 3, the same reference numerals as in Fig. 1 denote the same member. The difference between Fig. 1 and Fig. 3 is such that convex and concave 40 is provided by patterning an insulating substrate 5 in the same period as that of the above mentioned convex and concave pattern 21.

[0040]

According to this, the convex and concave 40 (height "y" of convex and concave) obtained by etching of the insulating substrate 5 and convex and concave 21 (height "x" of convex and concave) formed thereon at the same time of forming a thin film transistor are used as convex and concave 41 of the reflection plate 10, thereby the height of convex and concave is not limited with film thickness x of a film formed at the time of producing a thin film transistor. Therefore, by changing the height "y" of convex and concave of the insulating substrate, convex and concave can be manufactured at a desired height " $x + y$ ". As a result, scattering performance of the reflection plate having the above mentioned convex and concave is improved.

[0041]

When height, period, and shape of convex and concave of convex and concave structure formed on a surface of the reflection plate have periodic structure, interference of the reflection light is generated and the reflection plate has color. However, by making at least one of height,

period, and shape of convex and concave irregular, color of the reflection plate is lost and the display performance of the liquid crystal display device is improved.

[0042]

Fig. 4 shows a reflection performance in the case that convex and concave of the reflection plate has a periodic structure. Fig. 5 shows a reflection performance in the case that convex and concave of the reflection plate has an irregular structure which satisfies the condition of the present invention. Also, Fig. 6 shows a constitutional view of evaluate system of reflection performance. In the figure, reference numeral 61 shows a reflection plate, 62 shows a light source, and 63 shows light detecting element. The reflection rate of the reflection plate 61 is measured by changing angle of incidence θ from a light source 62.

[0043]

With respect to the performance of the reflection plate having convex and concave with periodic structure as shown in Fig. 4, since interference is generated, the reflection performance is constituted with a lot of interference peaks. Then, the reflection plate has color under white lamp. Instead of this, in the present invention, the reflection plate having irregular convex and concave is utilized, thereby peak showing interference phenomenon is lost and performance illustrates continuous reflection intensity with respect to the incident light angle, so that the coloring of the reflection plate is not observed to produce a good reflection plate according to the reflection performance shown in Fig. 5.

[0044]

The operation that the position of contact holes is irregularly arranged in respective pixels to electrically connect a reflection plate with a thin film transistor, will be described.

[0045]

Fig. 7(a) shows a plain view when the position of contact holes is periodic, and Fig. 7(b) shows a plain view when the position of contact holes is irregular. In Fig. 7, the same reference numerals as in Fig. 2 denote the same member. Reference numeral 71 shows a source signal line, and 72 shows a gate signal line.

[0046]

In Fig. 7(a), since a contact hole 49 having display pixel size is periodically arranged, a flat portion of a hole portion is observed at time of panel display.

[0047]

On the other hand, in Fig. 7(b) showing the present invention, the position of the contact hole 49 is changed in respective pixel regions, thereby a concave portion of the contact hole portion becomes one of irregular concave and convex structure on a surface of the reflection plate and the hole portion is not observed. Consequently, fine reflection performance is attained.

[0048]

Fig. 8 shows an example in which a stagger thin film transistor is adopted as an active matrix driving element. In Fig. 8, (a) to form a source electrode 8, a drain electrode 9 and a convex and concave pattern 20 at the first photolithography step, (b) to form continuously a doping layer and a semiconductor layer 17, a gate insulating film 16 and a meal electrode layer, (c) to define island of a gate electrode 15 and a TFT element portion and forming a convex and concave 21 at the same time at the second photolithography step, and thereafter, (d) to form a reflection plate 10 at the third photolithography step.

[0049]

Instead of this, when a reverse stagger thin film transistor is utilized, as shown in Fig. 1, the reflection plate 10 is formed at the fourth photolithography step. Therefore, by adopting a stagger thin film transistor, the number of photolithography steps can be omitted by 1 in comparison with the case of using a reverse stagger thin film transistor.

[0050]

[Embodiment]

Embodiments of the present invention will be described as follows.

[0051]

(Embodiment 1)

Fig. 1 shows a production process for a reflection type liquid crystal display device which is used in embodiment of the present invention. As a switching element in the present reflection type liquid crystal display device, a reverse stagger thin film transistor is adopted. As the production processes, on a glass substrate,

- (a) Cr metal having 50nm is formed by sputtering and a gate electrode 15 and a convex and concave pattern 20 are formed by photolithography (The first photolithography step),
- (b) a gate insulating film 16, a semiconductor layer 17 and doping layer are continuously formed by plasma CVD. At this time, a silicon oxide film having 300nm and a silicon nitride film having 100nm are formed on the gate insulating film 16, an amorphous silicon layer having 100nm is

formed on the semiconductor layer 17, and, an amorphous silicon (n + a-Si) layer having 100nm which becomes N-type by introducing phosphorus atom is formed on the doping layer. Thereafter, Cr metal having 50nm is formed by sputtering,

(c) an island 22 at TFT element portion and a convex and concave pattern 21 are formed, (The second photolithography step)

(d) a source electrode 8 and a drain electrode 9 are formed, (The third photolithography step) and

(e) aluminum having 300nm is formed by sputtering to form a reflection plate 10. (The fourth photolithography step)

In the present embodiment, the convex and concave pattern 21 formed on a surface of the reflection plate and island of the TFT element portion 22 are performed in the same stage, thereby simplification of process can be attained.

[0052]

It should be noted that plasma CVD condition of a silicon oxide film, a silicon nitride film, an amorphous silicon film, and an N-type amorphous silicon film which are used in the present embodiment is set as follows. In the case of using a silicon oxide film, silane and oxygen gas are used as reaction gas and gas flow rate (silane/oxygen) is set to be about 0.1 to 0.5. Also, a film formation temperature of 200 to 300°C, pressure of 1 Torr, and plasma power of 200W are used. In the case of using a silicon nitride film, silane and ammonium gas are used as reaction gas and gas flow rate (silane/ammonium) is set to be about 0.1 to 0.8. Also, a film formation temperature of 250°C, pressure of 1 Torr, and plasma power of 200W are used. In the case of using an amorphous silicon film, silane and hydrogen gas are used as reaction gas and gas flow rate (silane/hydrogen) is set to be about 0.5 to 2. Also, a film formation temperature of 200 to 250°C, pressure of 1 Torr, and plasma power of 50W are used. In the case of using an N-type amorphous silicon film, silane and phosphine are used as reaction gas and gas flow rate (silane/phosphine) is set to be about 1 to 2. Also, a film formation temperature of 200 to 250°C, pressure of 1 Torr, and plasma power of 50W are used.

[0053]

In the case of using Cr, to form an island 22 of a TFT element portion and a convex and concave pattern 21, wet etching is employed, and to form a silicon oxide film, a silicon nitride film, and an amorphous silicon film, dry etching is employed. Mixed solution between perchloric

acid and cerium ammonium nitrate (II) is used for etching of the Cr. Also, fluoride and oxygen gas are used as etching gas for etching of the silicon oxide film and the silicon nitride film and reflection pressure of 5 to 300mTorr, and power of 100 to 300W are used. Further, the amorphous silicon layer is etched by using chlorine and hydrogen gas, reaction pressure of 5 to 300mTorr, and power of 50 to 200W.

[0054]

According to the present embodiment, the total number of photolithography steps is four, which is smaller than the total number of conventional photolithography steps of six. At this time, a lamination film consisting of chromium/silicon oxide film/ silicon nitride film/ amorphous silicon film/ n-type amorphous silicon film/ chromium as views from below is used as convex and concave. Therefore, the height of the convex and concave is determined by the film thickness of the lamination film. According to the present embodiment, the height is about 700nm, however it is not limited to the height. The height of convex and concave can be freely set by varying the film thicknesses of a metal electrode, an insulating layer, and a semiconductor layer.

[0055]

Moreover, flat shape and the position of the convex and concave pattern 21 formed in the step (c) are at random.

[0056]

Further, the sidewalls of convex and concave can be tapered by varying the resist formation conditions for masking the shape and the exposure conditions at time of forming the convex and concave. Fig. 9 shows a cross sectional view of a lower substrate for a reflection plate liquid crystal display device (a) in the case that tilt angle of the sidewalls of convex and concave is vertical and (b) in the case that tilt angle of the sidewalls of convex and concave are tapered. In Fig. 9, the same reference numerals as in Fig. 1 denote the same member. In Fig. 9(a), the sidewalls of convex and concave are vertical, on the other hand, in Fig. 9(b), tapering portions 92 are formed, therefore it is easy to form the reflection plate 10.

[0057]

The tilt angle 93 of the convex and concave in accordance with the present embodiment is set to between 5 to 15 degrees. The aperture ratio of the reflection pixel electrode plate is set to 70 to 80%.

[0058]

Fig. 10 shows a cross sectional structure of a reflection type liquid crystal display device manufactured in accordance with the present embodiment. In Fig. 10, the same reference numerals as in Fig. 35 denote the same member. A lower substrate 4 formed as mentioned above and a counter substrate 1 having a transparent electrode 3 made of ITO are laminated with each other in order that their faces are opposed to each other. Orientation treatment is performed on the reflection plate 10 of the lower substrate 4 and the surface of the transparent electrode 3 of the counter substrate 1. Then, an epoxy-based adhesive 101 is applied to the peripheries of the panel via spacers such as plastic particles or the like to mate both substrates. Thereafter, a GH type liquid crystal is injected to form a liquid crystal layer 11, thereby a liquid crystal display device is produced.

[0059]

A monochrome reflection type panel that was bright enough for practical applications and produced white comparable to newspaper was accomplished at low cost. Further, RGB color filters are arranged on the side of the counter substrate, thereby a bright reflection type color panel is realized at low cost.

[0060]

[Embodiment 2]

Fig. 11 shows a production process for a reflection type liquid crystal display device used in Fig. 2. According to the present embodiment, an insulating layer is provided between the reflection plate of the reflection type liquid crystal display element in Embodiment 1 and convex and concave. In this embodiment, as an active matrix driving element, a reverse stagger thin film transistors are employed in the same way as in the Embodiment 1.

[0061]

Since the step is the same up to step (d) of Embodiment 1, description of the fabrication step will be omitted, however step (e) and the following steps are described next.

(e) An insulating film 30 and contact holes 49 are formed. (The fourth photolithography step)

(f) Aluminum is sputtered to 300nm to form a reflection plate 10. (The fifth photolithography step)

[0062]

In the present embodiment, an organic series insulating film 30 which is an interlayer

insulating film, is formed between the convex and concave 21 and TFT element portions 22 and the reflection plate 10. As the organic series insulating film, a photosensitive polyimide film, RN-901 produced by NISSAN CHEMICAL INDUSTRIES, LTD. is used. As a formation condition, RN-901 is spin-coated at 300rpm for 5 seconds and at 2800 rpm for 20 seconds, and pre-baking is performed at 80°C for 10 minutes. Thereafter, the material is exposed using an ultrahigh-pressure mercury lamp. The material is patterned using a developing solution NMD-3 (2.38% TMA aqueous solution produced by Tokyo Ohka Kogyo Co. Ltd.) Finally, a postbake treatment is performed at 250°C for 100minutes.

[0063]

In the present embodiment, the total number of photolithography steps is five, which is less than the total number of conventional photolithography steps of six.

[0064]

The upper portion of the above mentioned lower substrate 4 is coated with the organic insulating film 30 having a thickness of 1μm, thereby the convex and concave tilt angle is smoothed. The reflection characteristics of the reflection plate where the organic insulating film is inserted between the reflection plate and the convex and concave are shown in Fig. 12. The reflection characteristics of the reflection plate where the organic insulating film is not inserted are shown in Fig. 13. The same system as shown in Fig. 6 is used to evaluate the reflection performance. With respect to the reflection performance where the organic insulating film 30 is not present, the reflection strength in the normal reflection direction is high, and the reflection strength depends heavily on the light incident angle. On the other hand, with respect to the performance of the reflection plate obtained in accordance with the present embodiment, higher reflection strength are obtained in a wider range of viewing angles. Where this reflection plate is applied to a reflection type liquid crystal display, brighter display performance can be obtained.

[0065]

The average tilt angle of the convex and concave formed on a surface of a reflection plate used in the present embodiment is set to 10 degrees. The average tilt angle of the convex and concave can be varied by adjusting the application conditions of the organic insulating film 30, for example, the thickness of the film formed by application, the baking temperature, the positions of the convex and concave, and their sizes. Consequently, a reflection plate having reflection performance complying with the object can be offered.

[0066]

It is to be noted that the flat surface shape and positions of the convex and concave formed in the above mentioned (c) are at random.

[0067]

Further, since the reflection plate 10 is placed in the top layer of the lower substrate, the area of the reflection plate can be increased to a maximum. As a result, the aperture ratio is 80 % to 90%. In this way, a high-brightness reflection plate can be accomplished.

[0068]

Then, in the same way as in Embodiment 1 described above, the lower substrate and a counter substrate are mated each other such that their faces are placed opposite to each other, and subsequently, a GH liquid crystal is injected to form a liquid crystal layer. In this manner, a liquid crystal display is fabricated.

[0069]

Consequently, a monochrome reflection type panel that is bright enough for practical applications and can display white comparable to newspaper can be realized at low cost by placing RGB color filters on the side of the counter substrate.

[0070]

In the present embodiment, a positive photosensitive organic insulating film is used as an interlayer insulating film between the TFT element portions or the convex and concave portions and the reflective plate. The invention is not limited to this structure. Where PHOTONEECE UR3800 manufactured by Toray Industries, Inc. is used as a negative photosensitive organic film or where HM-5001 manufactured by NISSAN CHEMICAL INDUSTRIES, LTD. is used as a photosensitive inorganic film, similar advantages can be expected. Furthermore, even if an organic film showing no photosensitivity (such as RN-812 manufactured by NISSAN CHEMICAL INDUSTRIES, LTD.) or an inorganic film showing no photosensitivity (such as NT-L6008 manufactured by NISSAN CHEMICAL INDUSTRIES, LTD.) is used, a reflective liquid crystal display similar to the present embodiment can be obtained, though a resist application step, a development step, and a peeling step are added.

[0071]

[Embodiment 3]

A fabrication sequence for a reflective liquid crystal display used in an embodiment of the

present invention is illustrated in Fig. 14. In the present embodiment, the insulating substrate is ground to form a convex and concave on the underside of the convex and concave of the reflective liquid crystal display in Embodiment 1 described above, whereby the height of the convex and concave is set at will.

[0072]

In this embodiment, the fabrication sequence is similar to the fabrication sequence for Embodiment 1 except for step (d) and so description of the sequence is omitted. The fabrication sequence is carried out similarly to Embodiment 1 up to step (c). In (d) and (e), to define TFT element islands and form convex and concave, Cr/silicon oxide film/silicon nitride film/amorphous silicon film/n-type amorphous silicon film/Cr is etched, and then the underlying glass substrate 5 is etched continuously. The glass substrate is etched to 1 μm using 50% aqueous hydrofluoric acid (HF) solution. As a result, the convex and concave of the lower glass substrate and the convex and concave of the upper substrate are combined into a convex and concave 141 having a maximum height of 1.7 μm .

[0073]

Then, source electrode 8, drain electrode 9, and reflective plate 10 are fabricated similarly to the steps (d) and (e) of Embodiment 1.

[0074]

In the present embodiment, the height of the convex and concave 141 can be increased independent of the film thickness of the TFT elements, by etching the glass substrate 5, too. Accordingly, the film thickness can be set to a value that is best suited for high-performance TFTs. Furthermore, height of the convex and concave that is necessary to secure good reflecting performance can be obtained.

[0075]

Consequently, a monochrome reflection type panel that is bright enough for practical applications and can display white comparable to newspaper can be realized at low cost by placing RGB color filters on the side of the counter substrate.

[0076]

[Embodiment 4]

Fig. 15 shows a cross sectional structure of a TFT substrate of a reflection type liquid crystal display device manufactured in accordance with embodiment 4. In the present

embodiment, on the glass substrate 5 which is etched in the embodiment 3, an insulating layer to form convex and concave in advance is formed and ground, thereby providing underside convex and concave.

[0077]

According to the production process, a silicon oxide film 151 which is a film for forming convex and concave in advance, is formed on a glass substrate 5 at a thickness of 2μm by CVD method. As a plasma CVD condition, silane of 10sccm and oxygen of 80 sccm are provided as a material gas, a film formation temperature at 350°C, and a reaction pressure of 1 Torr are set. Thereafter, steps (a) to (e) are conducted in the same way as that in the embodiment 3. However, in the step (d), the glass substrate is not etched, but a silicon oxide film which is the convex and concave formation layer is etched by 1μm. In the present embodiment, dry etching is used. As a condition, carbon tetrafluoride of 100sccm, oxygen of 20sccm, power of 200W, and pressure of 100mTorr are set.

[0078]

In the present embodiment, the process number of convex and concave formation is increased, however, etching time can be shortened in comparison with the formation of convex and concave by etching of the glass substrate. Also, tilt angle of an edge portion 152 of the convex and concave can be freely controlled. Therefore, objective reflection property can be easily obtained. As a result, high-performance reflection type liquid crystal display device is provided.

[0079]

Note that as the convex and concave formation layer 151, a silicon oxide film is used, however, the present embodiment is not limited thereto. The same effect can be expected when a silicon nitride film, a polyimide film, or the like is used. Further, if a photosensitive organic film or inorganic film described in the Embodiment 1 is used for the convex and concave formation layer, etching process can be more easily performed.

[0080]

[Embodiment 5]

Fig. 16 shows a cross sectional view of the reflection type liquid crystal display device used in Embodiment 5. According to embodiment 5, an insulating layer is provided between a reflection plate and a convex and concave in addition to the embodiment 3.

[0081]

An organic-based insulating film 30 which is an interlayer insulating film, is formed between the convex and concave 153 and TFT element portions 6 and the reflection plate 10. As the organic-based insulating film, a photosensitive polyimide film, RN-901 produced by NISSAN CHEMICAL INDUSTRIES, LTD. is used. The formation condition of the embodiment 5 is the same as that of Embodiment 2.

[0082]

As a result, maximum height of convex and concave is determined by the total of height of the convex and concave formed on the base glass substrate and height of the convex and concave made from Cr, a gate insulating film, a semiconductor layer, and a lamination film of a doping layer and Cr which are formed on the convex and concave on the base glass substrate. The height of the convex and concave on the reflection plate can be increased independent of the film thickness of the TFT elements. Further, the upper portion of the convex and concave is covered with an organic-based insulating film 30 at a thickness of 1 μm , thereby tilt angle of the convex and concave can be smoothed.

[0083]

As a result, with respect to the performance of the reflection plate obtained in accordance with the present embodiment, higher reflection strength are obtained in a wider range of viewing angles. Where this reflection plate is applied to a reflection type liquid crystal display device, a monochrome reflection type panel that is bright enough for practical applications and can display white comparable to newspaper can be realized at low cost by placing RGB color filters on the side of the counter substrate.

[0084]

Note that, in the present embodiment, a positive photosensitive type organic-based insulating film is used as an interlayer insulating film between the TFT element portions or the convex and concave portions and the reflective pixel electrode plate. The invention is not limited to this structure. Where PHOTONEECE UR3800 manufactured by Toray Industries, Inc. is used as a negative photosensitive organic film or where HM-5001 manufactured by NISSAN CHEMICAL INDUSTRIES, LTD. is used as a photosensitive inorganic film, similar advantages can be expected. Furthermore, even if an organic film showing no photosensitivity (such as RN-812 manufactured by NISSAN CHEMICAL INDUSTRIES, LTD.) or an inorganic film showing

no photosensitivity (such as NT-L6008 manufactured by NISSAN CHEMICAL INDUSTRIES, LTD.) is used, a reflective type liquid crystal display similar to the present embodiment can be obtained, though a resist application step, a development step, and a peeling step are added.

[0085]

In the present embodiment, underside convex and concave is formed by grinding the glass substrate, however, when a convex and concave formation layer made of an organic-based or an inorganic-based insulating film is provided on the upper portion of the glass substrate and ground to form underside convex and concave as described in the embodiment 4, the same effect can be obtained.

[0086]

[Embodiment 6]

Fig. 8 shows a production process for a reflection type liquid crystal display device used in Embodiment 6. In the present embodiment, instead of a reverse stagger thin film transistor which is an active matrix driving element of the reflection type liquid crystal display device described above in the Embodiment 1, a stagger thin film transistor is adopted. As a result, bright reflection type liquid crystal display device is provided with further smaller process numbers than that of the Embodiment 1.

[0087]

A production process for a reflection type liquid crystal display device which is used in the present embodiment will be described.

- (a) Cr metal having 50nm is formed on a glass substrate 5 by sputtering to form a source electrode 8, a drain electrode 9, and a signal line by the Cr metal (The first photolithography step),
- (b) a doping layer, a semiconductor layer 17, and a gate insulating film 16 are continuously formed by plasma CVD. At this time, an amorphous silicon (n + a-Si) layer having 100nm which becomes N-type by introducing phosphorus atom is formed on the doping layer, an amorphous silicon layer having 100nm is formed on the semiconductor layer, and a silicon oxide film having 300nm and a silicon nitride film having 100nm are formed on a gate insulating film,
- (c) Cr metal having 50nm is formed by sputtering, and a gate electrode 15, an island at TFT element portion 6 and a convex and concave 21 are formed (The second photolithography step), and

(d) aluminum having 300nm is formed by sputtering to form a reflection plate 10 (The third photolithography step).

[0088]

In the present embodiment, a film formation condition of a silicon oxide film, a silicon nitride film, an amorphous silicon film, and an N-type amorphous silicon film which are formed by plasma CVD is the same as that in Embodiment 1. Further, an etching method and the etching condition of chromium, a silicon oxide film, a silicon nitride film, an amorphous silicon film, and an n-type amorphous silicon film for formation of the island 6 at TFT element and the convex and concave 21 are the same as those of embodiment 1.

[0089]

According to the present embodiment, convex and concave formed on a surface of the reflection plate is formed at the same time of forming the TFT element portion mentioned above in the step (c), thereby the process can be simplified. In particular, as an active matrix driving element, the stagger thin film transistor 6 is used, the number of PR process can be further reduced in comparison with the above described reverse stagger TFT. The total number of photolithography steps needs three in the present embodiment. In other words, the number has been reduced to half of the conventional number of six. At this time, a lamination film consisting of chromium/silicon oxide film/ silicon nitride film/ amorphous silicon film/ n-type amorphous silicon film/ chromium as views from below is used as the convex and concave. Therefore, the height of the convex and concave is determined by the film thickness of the lamination film, and the height is about 700nm.

[0090]

Note that flat shape and the position of the convex and concave formed in the step (c) are at random.

[0091]

Further, the sidewalls of convex and concave can be tapered by varying the resist layer formation conditions for masking the shape and the exposure conditions at time of forming the convex and concave. The tilt angle of the convex and concave in accordance with the present embodiment is set to between 5 to 15 degrees. The aperture ratio of the reflection plate is set to 70 to 80%.

[0092]

A lower substrate formed as mentioned above and a counter substrate 1 having a transparent electrode made of ITO are laminated with each other in order that their faces are opposed to each other. Orientation treatment is performed on the surfaces of the reflection plate of the lower substrate and the transparent electrode of the counter substrate. Then, an epoxy-based adhesive is applied to the peripheries of the panel via spacers such as plastic particles or the like, to mate both substrates. Thereafter, a GH type liquid crystal is injected to form a liquid crystal layer, thereby a liquid crystal display device is produced. A monochrome reflection type panel that was bright enough for practical applications and produced white comparable to newspaper was accomplish at low cost. Further, RGB color filters are arranged on the side of the counter substrate, thereby a bright reflection type color panel is realized at low cost.

[0093]

Note that the height of the convex and concave according to the present embodiment is about 700nm, however the invention is not limited thereto. The height of convex and concave can be freely set by varying the film thicknesses of a metal electrode, an insulating layer, and a semiconductor layer.

[0094]

[Embodiment 7]

Fig. 17 shows a production process for a reflection type liquid crystal display device used in Embodiment 7 of the present invention. In the present invention, instead of a reverse stagger thin film transistor which is a switching element for driving an active matrix of the reflection type liquid crystal display device described in the Embodiment 2, a stagger thin film transistor is adopted. Namely, an insulating layer is newly provided between the reflection plate and the convex and concave in the reflection type liquid crystal display device according to the embodiment 6.

[0095]

Since the production process for a reflection type liquid crystal display device of the present embodiment is the same up to step (d) of the Embodiment 6.

[0096]

The production process up to step (c) of the present embodiment is the same as that of embodiment 6.

(d) An insulating film 30 and contact holes 49 are formed. (The third photolithography step)

(e) Aluminum is sputtered to 300nm to form a reflection plate 10. (The fourth photolithography step)

[0097]

In the present embodiment, a film formation condition of a silicon oxide film, a silicon nitride film, an amorphous silicon film, and an n-type amorphous silicon film which are formed by plasma CVD is the same as that in Embodiment 1. Further, an etching method and the etching condition of chromium, a silicon oxide film, a silicon nitride film, an amorphous silicon film, and an n-type amorphous silicon film for formation of TFT element island 5007-8 and the convex and concave 21 are the same as those of embodiment 1.

[0098]

In the present embodiment, convex and concave formed on a surface of the reflection plate is formed at the same time of forming the TFT element portion mentioned in the step (c) in the same way as in the embodiment 6, and the stagger TFT is used as an active matrix driving element, thereby the number of PR process can be further reduced in comparison with the reverse stagger TFT described in Embodiment 2.

[0099]

As the organic-based insulating film formed on the convex and concave 21, a photosensitive polyimide film, RN-901 produced by NISSAN CHEMICAL INDUSTRIES, LTD. is used. The formation condition is the same as that of Embodiment 2. The upper portion of the above mentioned convex and concave 21 is coated with the organic-based insulating film 30 having a thickness of 1μm, thereby the convex and concave tilt angle is smoothed. As a result, in the same way as the reflection plate obtained in the Embodiment 2, the reflection plate having higher reflection strength are obtained in a wider range of viewing angles in the case of the present embodiment.

[0100]

Note that the number of photolithography steps in the embodiment 7 is increased by one in comparison with the total number of photolithography steps which needs three in the embodiment 6. In other words, the total number of photolithography steps is four, which is smaller than that of conventional photolithography steps of six. The reflection type liquid crystal display device can be produced with the number of steps.

[0101]

The average tilt angle of the convex and concave formed on a surface of the reflection plate used in the present embodiment, is 10 degree.

[0102]

Note that flat shape and the position of the convex and concave formed in the above mentioned step (c) are at random.

[0103]

Further, since the reflection plate 10 is placed in the top layer of the lower substrate, the area of the reflection plate can be increased to a maximum. As a result, the aperture ratio is 80 % to 90%. In this way, a high-brightness reflection plate can be accomplished.

[0104]

Thereafter, in the same manner as that of the embodiment 6 mentioned above, the liquid crystal display device is manufactured and the same effect can be obtained.

[0105]

Note that, in the present embodiment, a positive photosensitive type organic-based insulating film is used as an interlayer insulating film between the TFT element portions or the convex and concave portions and the reflective pixel electrode plate. In the case of using an organic base insulating film having no photosensitivity as an interlayer insulating film, the same effect can be expected. However, there is wide difference in the process number between the case of having photosensitivity and the case of having no photosensitivity. In Fig. 18, the process drawings are shown in the case of using a photosensitive film and in the case of using a polyimide film having no photosensitivity. When a photosensitive insulating film is used, there are only three steps such as (a) film deposition, (b) light exposure, and (c) etching. On the other hand, when an insulating film having no photosensitivity is used, 6 steps such as (a) insulating film deposition, (e) resist coating, (f) light exposure, (g) development, (h) etching and (i) resist peeling are required to perform usual resist processing treatment. Therefore, for the simplicity of the process, it is effective to use a photosensitive insulating film.

[0106]

As another photosensitive film, if PHOTONEECE UR3800 manufactured by Toray Industries, Inc. is used as a negative photosensitive organic film, or if HM-5001 manufactured by NISSAN CHEMICAL INDUSTRIES, LTD. is used as a photosensitive inorganic film, which is described in the embodiment 2, similar advantages can be expected.

[0107]

[Embodiment 8]

Fig. 19 shows a production process for a reflection type liquid crystal display device used in Embodiment of the present invention. In the present embodiment, instead of a reverse stagger thin film transistor which is a switching element for driving an active matrix of the reflection type liquid crystal display device described in the Embodiment 3, a stagger thin film transistor is adopted.

[0108]

A production process for a stagger thin film transistor is the same as that in Embodiment 6.

(a) Cr metal having 50nm is formed on a glass substrate 5 by sputtering to form a source electrode 8, a drain electrode 9, and a signal line by the Cr metal. (The first photolithography step)

(b) A doping layer, a semiconductor layer 17, and a gate insulating film 16 are continuously formed by plasma CVD. At this time, an amorphous silicon (n + a-Si) layer having 100nm which becomes N-type by introducing phosphorus atom is formed on the doping layer, an amorphous silicon layer having 100nm is formed on the semiconductor layer, and a silicon oxide film having 300nm and a silicon nitride film having 100nm are formed on a gate insulating film.

(c) Cr metal having 50nm is formed by sputtering, and a gate electrode 15, an island at TFT element portion 6 and a convex and concave 21 are formed. (The second photolithography step)

[0109]

The etching step of the glass substrate 5 and the following steps are performed in the same way as that in Embodiment 3.

(d) In the step (c), to define TFT element islands and form convex and concave, Cr/silicon oxide film/silicon nitride film/amorphous silicon film/n-type amorphous silicon film/Cr is etched, and then the underlying glass substrate is etched continuously. The glass substrate is etched to 1 μ m using 50% aqueous hydrofluoric acid (HF) solution. As a result, the convex and concave of the lower glass substrate and the convex and concave of the upper substrate are combined into a convex and concave having a maximum height of 1.7 μ m.

(e) Aluminum is sputtered to 300nm to form a reflection plate 10. (The third photolithography step)

[0110]

Thereafter, the reflection type liquid crystal display device is manufactured by using the same production process as described in the embodiment 6.

[0111]

In the present embodiment, the height of the convex and concave 153 can be increased independent of the film thickness of the TFT elements, by etching the glass substrate 5, too. Accordingly, without increasing the PR number, the film thickness can be set to a value that is best suited for high-performance TFTs. Furthermore, height of the convex and concave that is necessary to secure good reflecting performance can be obtained.

[0112]

As a result, a monochrome reflection type panel that was bright enough for practical applications and produced white comparable to newspaper was accomplished at low cost. Further, RGB color filters are arranged on the side of the counter substrate, thereby a bright reflection type color panel is realized at low cost.

[0113]

Note that the first convex and concave structure is obtained by etching the glass substrate in Embodiment 8. The same effect can be expected when an inorganic film such as a silicon oxide film, a silicon nitride film, or the like, or an organic film such as a polyimide film or the like is formed on a glass substrate, and etching is performed thereon to form the first convex and concave structure.

[0114]

[Embodiment 9]

Fig. 20 shows a production process for a reflection type liquid crystal display device used in the embodiment of the present invention. In the present invention, instead of a reverse stagger thin film transistor which is a switching element for driving an active matrix of the reflection type liquid crystal display device described in the Embodiment 5, a stagger thin film transistor is adopted.

[0115]

A production process for a stagger thin film transistor is the same as that in Embodiment 6 and an insulating film is formed between the reflection plate and the convex and concave in the same manner as in the Embodiment 5.

[0116]

Note that the first convex and concave structure is obtained by etching the glass substrate in the Embodiment 9. The same effect can be expected when an inorganic film such as a silicon oxide film, a silicon nitride film, or the like, or an organic film such as a polyimide film or the like, is formed on a glass substrate, and etching is performed thereon to form the first convex and concave structure.

[0117]

[Embodiment 10]

According to the present embodiment, contact holes of the reflection type liquid crystal display device manufactured in the same way as those in the Embodiments 2 to 5 and 7 to 10 are differently arranged in respective pixels, thereby concave portion of the contact hole portions is made one of irregular convex and concave structure formed on a surface of the reflection plate. Consequently, a bright reflection type liquid crystal display device is provided.

[0118]

In the present embodiment, on the upper portion of the convex and concave, a photosensitive polyimide film (RN-902 produced by NISSAN CHEMICAL INDUSTRIES, LTD.) is formed on an active matrix driving element and a wiring and the reflection plate is formed to cover the active matrix driving element. The reflection plate has a function of a pixel electrode and is electrically connected to the active matrix driving element through contact holes.

[0119]

The mask pattern used for formation of the contact holes is arranged at the different position in respective pixels. By using this mask, the photosensitive polyimide film is exposed to light and developed to form a contact hole portion. By doing this, the position of contact holes which are located under the reflection plate for electrically connecting the reflection plate and the active matrix driving element through a polyimide film, is irregularly arranged in every pixel. Note that in the present embodiment square pattern having a side of 10 μ m is adopted as a contact shape, however, the present invention is not limited thereto.

[0120]

Fig. 7(a) shows a plain view when the position of contact holes is periodic, and Fig. 7(b) shows a plain view when the position of contact holes is irregular. In Fig. 7(a), since a contact hole portion 49 having display pixel size is periodically arranged, a flat portion of the hole portion is observed at time of panel display. On the other hand, in Fig. 7(b) showing the present

invention, the position of the contact hole 49 is changed in respective pixel regions, thereby a concave portion of the contact hole portion becomes one of irregular concave and convex structure on a surface of the reflection plate and the hole portion is not observed. Consequently, fine performance of the reflection plate is attained.

[0121]

[Embodiment 11]

The present embodiment shows fabrication of a parallel capacitance with a liquid crystal to keep a writing apply voltage from a data line of the reflection type liquid crystal display device in which a reverse stagger thin film transistor is used as an active matrix driving element described in Embodiment 2, to next writing. Fig. 21 shows a cross section view in the case of having a storage capacitance line and a gate storage line of the reflection type liquid crystal display device manufactured in the present embodiment.

[0122]

According to the present embodiment, Cr patter is formed for the gate electrode 15 and the convex and concave 21 as described in the production process (a) of the embodiment 2, and at the same time, Cr pattern 211 for a storage capacitance line and a gate storage line is formed. The production process is same as that of Embodiment 2 other than the above mentioned formation. Therefore, a storage capacitance C can be provided between the reflection plate 10 and a storage capacitance line or a gate storage line 211 via an insulating film 30.

[0123]

In the fabrication of the above mentioned parallel capacitance, pattern for the above storage capacitance and gate storage can be formed with same production process of the active matrix driving element and the convex and concave by changing a mask used in the production process (a) of the Embodiment 2.

[0124]

Further, not to put the optimum convex and concave structure on a surface of the reflection plate into disorder which is caused by the parallel capacitance shape, flat surface shapes of the storage capacitance line and the gate storage line are irregular shape by making the mask pattern used for the patterning irregular. It should be noted that the irregular shape is determined to make capacitance value of respective pixels the same.

[0125]

In the present embodiment, an active matrix driving element and the convex and concave are simultaneously formed in the same production process, and the flat shape of the parallel capacitance is irregular shape, thereby the parallel capacitance can be formed without deteriorating performance of the reflection plate and increasing the number of production processes. Accordingly, the reflection type liquid crystal display device having excellent display performance, namely bright and clear enough for practical applications can be obtained.

[0126]

[Embodiment 12]

The present embodiment shows fabrication of a parallel capacitance with a liquid crystal to keep a writing apply voltage from a data line of the reflection type liquid crystal display device in which a reverse stagger thin film transistor is used as an active matrix driving element described in Embodiment 2, to next writing. Fig. 22 shows a cross section view in the case of having a storage capacitance line the reflection type liquid crystal display device manufactured in the present embodiment.

[0127]

According to the present embodiment, Cr pattern 21 is formed for a source electrode 8, a drain electrode 9, and the convex and concave in the production process (d) of the embodiment 2, and at the same time, Cr pattern 221 for a storage capacitance line is formed. The production process is same as that of embodiment 2 other than the above mentioned formation. Therefore, a storage capacitance C can be provided between the reflection plate 10 and a storage capacitance line 221.

[0128]

In the fabrication of the above mentioned parallel capacitance, pattern for the above storage capacitance can be formed with same production process of the active matrix driving element and the convex and concave by only changing a mask used in the production process (d) of the Embodiment 2.

[0129]

Further, not to put the optimum convex and concave structure on a surface of the reflection plate into disorder which is caused by the parallel capacitance, flat surface shape of the storage capacitance line is irregular shape by making the mask pattern used for the patterning irregular. It

should be noted that the irregular shape is determined to make capacitance value of respective pixels the same.

[0130]

In the present embodiment, an active matrix driving element and the convex and concave are simultaneously formed in the same production process, and the flat shape of the parallel capacitance is irregular shape, thereby the parallel capacitance can be formed without deteriorating performance of the reflection plate and increasing the number of production processes. Accordingly, the reflection type liquid crystal display device having excellent display performance, namely bright and clear enough for practical applications can be obtained.

[0131]

[Embodiment 13]

The present embodiment shows fabrication of a parallel capacitance with a liquid crystal to keep a writing apply voltage from a data line of the reflection type liquid crystal display device in which a reverse stagger thin film transistor is used as an active matrix driving element described in Embodiment 2, to next writing. Fig. 23 shows a cross section view in the case of having a storage capacitance line of the reflection type liquid crystal display device manufactured in the present embodiment.

[0132]

According to the present embodiment, Cr pattern 21 is formed for a source electrode 8, a drain electrode 9, and the convex and concave in the production process (d) of the embodiment 2, and at the same time, Cr pattern 231 for a storage capacitance line is formed. Then, the Cr pattern 231 for storage capacitance line formed on the same layer as a source and drain electrodes and a contact portion 232 of the reflection plate 10 are formed and electrically connected to each other when the contact holes 49 are formed in the production process (e). The production process is same as that of Embodiment 2 other than the above mentioned formation. Therefore, a storage capacitance C can be provided between the reflection plate 10 and the Cr pattern 233 for storage capacitance line.

[0133]

In the fabrication of the above mentioned parallel capacitance, pattern for the above storage capacitance can be formed with same production process of the active matrix driving element and

the convex and concave by only changing a mask used in the production processes (d) and (e) of the Embodiment 2.

[0134]

Further, not to put the optimum convex and concave structure on a surface of the reflection plate into disorder which is caused by parallel capacitance shape, flat surface shape of the storage capacitance line is irregular shape by making the mask pattern used for the patterning irregular. It should be noted that the irregular shape is determined to make capacitance value of respective pixels the same.

[0135]

In the present embodiment, an active matrix driving element and the convex and concave are simultaneously formed in the same production process, and the flat shape of the parallel capacitance is irregular shape, thereby the parallel capacitance can be formed without deteriorating performance of the reflection plate and increasing the number of production processes. Accordingly, the reflection type liquid crystal display device having excellent display performance, namely bright and clear enough for practical applications can be obtained.

[0136]

[Embodiment 14]

Fig. 24 shows a cross section view of the reflection type liquid crystal display device of the present embodiment. In the embodiment 13 of the present embodiments, of Cr pattern for storage capacitance line, the Cr pattern 233 of same window as the gate electrode and the reflection plate 10 are connected at the contact portion 232.

[0137]

By doing this, a storage capacitance C can be provided between the reflection plate 10 and a storage capacitance line 231 through a gate insulating film 16 formed on TFT elements.

[0138]

In the fabrication of the above mentioned parallel capacitance, pattern for the above storage capacitance can be formed with same production process of the active matrix driving element and the convex and concave by only changing a mask used in the production processes (d) and (e) of the Embodiment 2.

[0139]

Further, not to put the optimum convex and concave structure on a surface of the reflection plate into disorder which is caused by parallel capacitance shape, flat surface shape of the storage capacitance line is irregular shape by making the mask pattern used for the patterning irregular. It should be noted that the irregular shape is determined to make capacitance value of respective pixels the same.

[0140]

In the present embodiment, an active matrix driving element and the convex and concave are simultaneously formed in the same production process, and the flat shape of the parallel capacitance is irregular shape, thereby the parallel capacitance can be formed without deteriorating performance of the reflection plate and increasing the number of production processes. Accordingly, the reflection type liquid crystal display device having excellent display performance, namely bright and clear enough for practical applications can be obtained.

[0141]

[Embodiment 15]

[0142]

According to the present embodiment, Cr pattern 21 is formed for a gate electrode 15, and the convex and concave in the production process (c) of the embodiment 6, and at the same time, Cr pattern 251 for a storage capacitance line and a gate storage line is formed. The production process is same as that of embodiment 6 other than the above mentioned formation. Therefore, a storage capacitance C can be provided between the reflection plate 10 and a storage capacitance line or a gate storage line 251 through an insulating film 30.

[0143]

In the fabrication of the above mentioned parallel capacitance, pattern for the above storage capacitance and the gate storage can be formed with same production process of the active matrix driving element and the convex and concave by only changing a mask used in the production process (c) of the Embodiment 2.

[0144]

Further, not to put the optimum convex and concave structure on a surface of the reflection plate into disorder which is caused by parallel capacitance shape, flat surface shapes of the storage capacitance line and the gate storage line are irregular shape by making the mask pattern used for

the patterning irregular. It should be noted that the irregular shape is determined to make capacitance value of respective pixels the same.

[0145]

In the present embodiment, an active matrix driving element and the convex and concave are simultaneously formed in the same production process, and the flat shape of the parallel capacitance is irregular shape, thereby the parallel capacitance can be formed without deteriorating performance of the reflection plate and increasing the number of production processes. Accordingly, the reflection type liquid crystal display device having excellent display performance, namely bright and clear enough for practical applications can be obtained.

[0146]

[Embodiments 16, 17, 18]

In the case of using a stagger thin film transistor, it can be considered that there are some variations of the storage capacitance line disclosed in the embodiment in which a reverse stagger thin film transistor is used.

[0147]

Figs. 26, 27 and 28 show cross sectional views of the reflection type liquid crystal display device of embodiments 16, 17 and 18.

[0148]

In embodiment 16, the storage capacitance C is formed by the Cr pattern 211 and the reflection plate 10 provided in the same layer with source and drain electrodes.

[0149]

In embodiment 17, by connecting the Cr pattern 231 and the reflection plate 10 provided in the same layer with a gate electrode in the contact portion 232, the storage capacitance C is formed by this and Cr pattern 233 provided in the same layer with source and drain electrodes.

[0150]

In embodiment 18, by connecting the Cr pattern 233 and the reflection plate 10 provided in the same layer with source and drain electrodes in the contact portion 232, the storage capacitance C is formed by this and Cr pattern 231 provided in the same layer with gate electrode.

[0151]

In the embodiments 11 to 18, convex and concave is formed by a film formed at the time of forming TFT elements and an insulating film formed thereon, in addition to this, in the case that

convex and concave is formed by etching a glass substrate or an insulating film formed on the glass substrate, the above parallel capacitance can be provided.

[0152]

[Embodiment 19]

Fig. 29 shows a production process of a reflection type liquid crystal display device used in the embodiment of the present invention. Thin film transistors are used for an active matrix driving element of the reflection type liquid crystal display device according to the present invention disclosed in the embodiments 1 to 10, however this invention is not limited to this. In the present embodiment, MIM diode is used for an active matrix driving element.

[0153]

The production processes of the reflection type liquid crystal display device in the embodiment are as follows: (a) A glass substrate is used as a lower substrate. On the glass substrate, Cr having 50nm is formed by sputtering and patterning is performed thereon by usual photo resist method to form a lead electrode 291 and a convex and concave pattern 292. (b) Thereafter, SiNx film is formed at a thickness of 500nm as an insulating layer by plasma CVD. Then, the film is patterned by general photo resist method to form an insulating layer portion 293 at MIM element section and a convex and concave 294 of the reflection plate. Furthermore, aluminum is formed at a thickness of 300nm by sputtering to form a reflection plate 10.

[0154]

Thereafter, the glass substrate 5 on which the above MIM element is fabricated, and a counter substrate 296 on which an ITO 295 of a transparent conductive film in strip shape is formed in an orthogonal direction with a lead electrode 291, are laminated with each other in order that their faces are opposed to each other. Note that orientation treatment is performed on the glass substrate 5 on which MIM element is formed and the counter substrate 296, and an epoxy-based adhesive is applied to the peripheries of the panel via spacers such as plastic particles or the like to mate both substrates. Thereafter, a GH type liquid crystal 11 is injected to form a liquid crystal layer, thereby a liquid crystal display device is manufactured. As a result, a monochrome reflection type panel that was bright enough for practical applications and produced white comparable to newspaper was accomplish at low cost. Further, RGB color filters are arranged on the side of the counter substrate, thereby a bright reflection type color panel is realized at low cost.

[0155]

[Embodiment 20]

Fig. 30 shows a production process for a reflection type liquid crystal display device used in the embodiment of the present invention. In the embodiment, in addition to the embodiment 19, the glass substrate is etched to make the height of convex and concave high.

[0156]

Since the production process of the reflection type liquid crystal display device is the same up to step (c) of Embodiment 19, description of the fabrication step will be omitted.

(c) patterning is performed by general photolithography method and a silicon nitride film is etched. Thereafter, a base glass substrate is continuously etched by 1 μm .

[0157]

Thereafter, in the same manner as disclosed in Embodiment 19, the liquid crystal display device is manufactured by using the counter substrate 296 and the glass substrate 5 on which MIM element is formed.

[0158]

In the present embodiment, the height of the convex and concave can be increased independent of the film thickness of the MIM elements, by etching the glass substrate, too. Accordingly, the film thickness of the MIM elements can be set to an optimum value and optimum height of the convex and concave can be obtained, thereby high performance MIM elements and high performance reflection plate can be realized. In the present embodiment, a monochrome reflection type panel that was bright enough for practical applications and produced white comparable to newspaper was accomplish at low cost. Further, RGB color filters are arranged on the side of the counter substrate, thereby a bright reflection type color panel is realized at low cost.

[0159]

[Embodiment 21]

Fig. 31 shows a cross sectional view of the glass substrate on which MIM element is formed of the reflection type liquid crystal display device fabricated in the present embodiment.

[0160]

According to the present embodiment, after forming an insulating layer portion of MIM element portion and convex and concave of the reflection plate in Fig. 30(c) of the embodiment

20 disclosed above, application of photosensitive polyimide (RN-901) 311, pre-baking at 90°C, and light exposure/developing are performed to form pattern and then baking is performed at 250°C for 30 minutes. Then, upper portions of the convex and concave, the MIM element, and the lead line are covered with the polyimide film having a thickness of 0.5 to 2μm. The MIM element and the reflection plate 10 are connected to each other with a contact hole 312.

[0161]

In comparison with the above mentioned embodiment, the number of PR is increased by 1, however, it is possible to smooth tilt angle of convex and concave and make the reflection performance of the reflection plate suitable. Note that the reflection type liquid crystal display device of the present invention can be realized at a lower cost than that of the conventional reflection type liquid crystal display device using MIM diode.

[0162]

Thereafter, in the same way as disclosed in Embodiment 19, a liquid crystal display device is fabricated using a counter substrate and a glass substrate on which the above fabricated MIM element is formed. In the case of the present embodiment, a monochrome reflection type panel that was bright enough for practical applications and produced white comparable to newspaper was accomplish at low cost. Further, RGB color filters are arranged on the side of the counter substrate, thereby a bright reflection type color panel is realized at low cost.

[0163]

[Embodiment 22]

Fig. 32 shows a production process for a reflection type liquid crystal display device used in the embodiment of the present invention. In the present embodiment, as an active matrix driving element, MIM diode is adopted and as the lead electrode, Ta is used. Detailed description of the production process will be follow.

[0164]

(a) On the glass substrate 5, Ta is formed at a thickness of 500nm as a lead electrode 291 by sputtering to form a lead electrode 291 and convex and concave patter 292 at the same time.

(b) Thereafter, a lead line 291 is immersed into citric acid solution of 0.1wt% and constant voltage of 2V is applied, thereby an anodic oxidation is performed. By doing this, surface portion of the lead electrode is covered with an anodic oxide insulating thin film 321. Note that this anodic oxidation layer has a thickness of 200nm.

(c) Thereafter, an SiO_2 film 322 is evaporated as an insulating film at a thickness of 600nm. By etching an anodic silicon layer, island 322 of the MIM diode region and a convex and concave 323 are formed at the same time.

(d) Thereafter, aluminum is formed at a thickness of 300nm by sputtering to form a reflection plate 10.

[0165]

Thereafter, in the same way as disclosed in Embodiment 19, a liquid crystal display device is fabricated using the counter substrate and the MIM substrate fabricated in the above. In the case of the present embodiment, a monochrome reflection type panel that was bright enough for practical applications and produced white comparable to newspaper was accomplished at low cost. Further, RGB color filters are arranged on the side of the counter substrate, thereby a bright reflection type color panel is realized at low cost.

[0166]

[Embodiment 23]

Fig. 33 shows a production process for a reflection type liquid crystal display device used in the embodiment of the present invention.

[0167]

According to the present embodiment, after the lead electrode is formed in embodiment 22, a base glass substrate is continuously etched by $1\mu\text{m}$. Thereafter, in the same manner as in the embodiment 22, anodic oxidation is performed on Ta and a surface portion of the lead electrode is covered with an anodic oxide insulating film 321. Then, an aluminum having 300nm is formed by sputtering to form a reflection plate 10.

[0168]

Thereafter, in the same way as disclosed in Embodiment 19, a liquid crystal display device is fabricated using the counter substrate and the MIM substrate fabricated in the above. In the case of the present embodiment, a monochrome reflection type panel that was bright enough for practical applications and produced white comparable to newspaper was accomplished at low cost. Further, RGB color filters are arranged on the side of the counter substrate, thereby a bright reflection type color panel is realized at low cost.

[0169]

[Embodiment 24]

Fig. 34 shows a production process for a reflection type liquid crystal display device used in the embodiment of the present invention.

[0170]

In the embodiment 24, the same process as that in the embodiment 23 is performed until anodic oxidation process. Thereafter, an organic-based insulating film or an inorganic-based insulating film 311 is formed to form a contact hole 312, and then, aluminum is formed at 300nm by sputtering to form a reflection plate 10. Photosensitive polyimide is used as an organic-based insulating film or an inorganic-based insulating film.

[0171]

After application of photosensitive polyimide (RN-901), pre-baking at 90°C, light exposure/developing to form pattern and then baking is performed at 250°C for 30 minutes. Then, upper portions of the convex and concave, the MIM element, and the lead line are covered with a polyimide film having a thickness of 0.5 to 2μm.

[0172]

In comparison with the above mentioned embodiment, the number of PR is increased by 1, however, it is possible to smooth tilt angle of convex and concave and make the reflection performance of the reflection plate suitable. Note that the reflection type liquid crystal display device of the present invention can be realized at a lower cost than that of the conventional reflection type liquid crystal display device using MIM diode.

[0173]

Thereafter, in the same manner as above described in Embodiment 19, a liquid crystal display device is produced by using a counter substrate and a glass substrate on which MIM element fabricated above is formed. In the case of the present embodiment, a monochrome reflection type panel that was bright enough for practical applications and produced white comparable to newspaper was accomplish at low cost. Further, RGB color filters are arranged on the side of the counter substrate, thereby a bright reflection type color panel is realized at low cost.

[0174]

[Effect of the Invention]

According to the present invention, convex and concave existing on the surface of the reflection plate determines reflection performance of a reflection type liquid crystal display device.

In the manufacturing of an active matrix driving element, thus formed insulating film, a semiconductor film, a single layer or a multilayer of metal electrode are patterned by simultaneously forming an active matrix driving element by patterning, thereby a reflection type liquid crystal display device having good display performance is provided at a low cost.

[Brief Description of Drawings]

[Fig. 1] is a diagram illustrating a production process of a lower substrate of a reflection type liquid crystal display device using a reverse stagger TFT according to the present invention.

[Fig. 2] is a cross sectional view illustrating a reflection type liquid crystal display device using a reverse stagger TFT according to the present invention.

[Fig. 3] is a cross sectional view illustrating a reflection type liquid crystal display device using a reverse stagger TFT in which convex and concave is formed by etching an insulating substrate according to the present invention.

[Fig. 4] is a view illustrating reflection characteristic in the case that convex and concave of a reflection plate has periodic structure.

[Fig. 5] is a view illustrating reflection characteristic in the case that convex and concave of a reflection plate has irregular structure.

[Fig. 6] is a schematic view illustrating reflection performance evaluating system.

[Fig. 7] is an explanatory drawing illustrating the position of contact holes according to the prior art and the present invention.

[Fig. 8] is a diagram illustrating a production process of a lower substrate of a reflection type liquid crystal display device using a stagger TFT according to the present invention.

[Fig. 9] shows a cross sectional view of a surface of convex and concave of a reflection plate according to embodiment of the present invention.

[Fig. 10] shows a cross sectional view of a liquid crystal display device according to an embodiment of the present invention.

[Fig. 11] shows a production process view of a lower substrate according to an embodiment of the present invention.

[Fig. 12] shows a drawing of reflection performance of a reflection plate having no insulating film.

[Fig. 13] shows a drawing of reflection performance of a reflection plate having an insulating film according to embodiment 2 of the present invention.

[Fig. 14] is a production process view illustrating a lower substrate according to embodiment 3 of the present invention.

[Fig. 15] is a cross sectional view illustrating a lower substrate according to embodiment 4 of the present invention.

[Fig. 16] is a cross sectional view according to embodiment 5 of the present invention.

[Fig. 17] is a production process view illustrating a lower substrate according to an embodiment 7 of the present invention.

[Fig. 18] is an explanation drawing illustrating difference in production step between a photosensitive insulating film and a general insulating film.

[Fig. 19] is a production process view illustrating a lower substrate according to an embodiment 8 of the present invention.

[Fig. 20] is a production process view illustrating a lower substrate according to an embodiment 9 of the present invention.

[Fig. 21] is cross sectional view illustrating a lower substrate in the case of forming convex and concave formation layer according to embodiment 9 of the present invention.

[Fig. 22] is cross sectional view illustrating a lower substrate according to embodiment 12 of the present invention.

[Fig. 23] is cross sectional view illustrating a lower substrate according to embodiment 13 of the present invention.

[Fig. 24] is cross sectional view illustrating a lower substrate according to embodiment 14 of the present invention.

[Fig. 25] is cross sectional view illustrating a lower substrate according to embodiment 15 of the present invention.

[Fig. 26] is cross sectional view illustrating a lower substrate according to embodiment 16 of the present invention.

[Fig. 27] is cross sectional view illustrating a lower substrate according to embodiment 17 of the present invention.

[Fig. 28] is cross sectional view illustrating a lower substrate according to embodiment 18 of the present invention.

[Fig. 29] is a production process view illustrating a lower substrate according to embodiment 19 of the present invention.

[Fig. 30] is a production process view illustrating a lower substrate according to embodiment 20 of the present invention.

[Fig. 31] is a production process view illustrating a lower substrate according to embodiment 21 of the present invention.

[Fig. 32] is a production process view illustrating a lower substrate according to embodiment 22 of the present invention.

[Fig. 33] is a production process view illustrating a lower substrate according to embodiment 23 of the present invention.

[Fig. 34] is a production process view illustrating a lower substrate according to embodiment 24 of the present invention.

[Fig. 35] is a cross sectional view of conventional reflection type liquid crystal display device.

[Fig. 36] is a production process view illustrating a lower substrate of conventional reflection type liquid crystal display device.

[Description of Marks]

- 1 counter substrate
- 2 counter glass substrate
- 3 transparent electrode
- 4 lower substrate
- 5 glass substrate
- 6 TFT
- 7 polyimide film
- 8 source electrode
- 9 drain electrode
- 10 reflection plate
- 11 liquid crystal layer
- 12 incident light
- 13 reflection light
- 14 concave and convex shape
- 15 gate electrode
- 16 gate insulating film
- 17 semiconductor layer
- 18 convex and concave on polyimide surface

- 49 contact hole
- 20 convex and concave pattern
- 21 convex and concave pattern
- 22 island
- 30 insulating film
- 40 convex and concave
- 41 maximum height of convex and concave
- 71 source signal line
- 72 gate signal line
- 91 side wall portion
- 92 taper portion
- 93 tilt angle of convex and concave
- 101 adhesive
- 141 convex and concave pattern
- 151 insulating layer
- 152 convex and concave portion of insulating layer
- 153 whole convex and concave portions
- 211 Cr pattern for storage capacitance line or gate storage line
- 221 storage capacitance line
- 231 storage capacitance line
- 232 contact hole for storage capacitance
- 233 storage capacitance lower electrode
- 251 storage capacitance line or gate storage line
- 291 lead electrode
- 292 Cr for convex and concave
- 293 insulating layer
- 284 convex and concave
- 296 counter substrate
- 301 glass convex and concave portion
- 311 insulating layer
- 312 contact hole
- 322 silicon oxide film

[Fig. 13] shows a drawing of reflection performance of a reflection plate having an insulating film according to embodiment 2 of the present invention.

[Fig. 14] is a production process view illustrating a lower substrate according to embodiment 3 of the present invention.

[Fig. 15] is a cross sectional view illustrating a lower substrate according to embodiment 4 of the present invention.

[Fig. 16] is a cross sectional view according to embodiment 5 of the present invention.

[Fig. 17] is a production process view illustrating a lower substrate according to an embodiment 7 of the present invention.

[Fig. 18] is an explanation drawing illustrating difference in production step between a photosensitive insulating film and a general insulating film.

[Fig. 19] is a production process view illustrating a lower substrate according to an embodiment 8 of the present invention.

[Fig. 20] is a production process view illustrating a lower substrate according to an embodiment 9 of the present invention.

[Fig. 21] is cross sectional view illustrating a lower substrate in the case of forming convex and concave formation layer according to embodiment 9 of the present invention.

[Fig. 22] is cross sectional view illustrating a lower substrate according to embodiment 12 of the present invention.

[Fig. 23] is cross sectional view illustrating a lower substrate according to embodiment 13 of the present invention.

[Fig. 24] is cross sectional view illustrating a lower substrate according to embodiment 14 of the present invention.

[Fig. 25] is cross sectional view illustrating a lower substrate according to embodiment 15 of the present invention.

[Fig. 26] is cross sectional view illustrating a lower substrate according to embodiment 16 of the present invention.

[Fig. 27] is cross sectional view illustrating a lower substrate according to embodiment 17 of the present invention.

[Fig. 28] is cross sectional view illustrating a lower substrate according to embodiment 18 of the present invention.

[Fig. 29] is a production process view illustrating a lower substrate according to embodiment 19 of the present invention.

[Fig. 30] is a production process view illustrating a lower substrate according to embodiment 20 of the present invention.

[Fig. 31] is a production process view illustrating a lower substrate according to embodiment 21 of the present invention.

[Fig. 32] is a production process view illustrating a lower substrate according to embodiment 22 of the present invention.

[Fig. 33] is a production process view illustrating a lower substrate according to embodiment 23 of the present invention.

[Fig. 34] is a production process view illustrating a lower substrate according to embodiment 24 of the present invention.

[Fig. 35] is a cross sectional view of conventional reflection type liquid crystal display device.

[Fig. 36] is a production process view illustrating a lower substrate of conventional reflection type liquid crystal display device.

[Description of Marks]

- 1 counter substrate
- 2 counter glass substrate
- 3 transparent electrode
- 4 lower substrate
- 5 glass substrate
- 6 TFT
- 7 polyimide film
- 8 source electrode
- 9 drain electrode
- 10 reflection plate
- 11 liquid crystal layer
- 12 incident light

- 13 reflection light
- 14 concave and convex shape
- 15 gate electrode
- 16 gate insulating film
- 17 semiconductor layer
- 18 convex and concave on polyimide surface
- 49 contact hole
- 20 convex and concave pattern
- 21 convex and concave pattern
- 22 island
- 30 insulating film
- 40 convex and concave
- 41 maximum height of convex and concave
- 71 source signal line
- 72 gate signal line
- 91 side wall portion
- 92 taper portion
- 93 tilt angle of convex and concave
- 101 adhesive
- 141 convex and concave pattern
- 151 insulating layer
- 152 convex and concave portion of insulating layer
- 153 whole convex and concave portions
- 211 Cr pattern for storage capacitance line or gate storage line
- 221 storage capacitance line
- 231 storage capacitance line
- 232 contact hole for storage capacitance
- 233 storage capacitance lower electrode
- 251 storage capacitance line or gate storage line
- 291 lead electrode
- 292 Cr for convex and concave

- 293 insulating layer
- 284 convex and concave
- 296 counter substrate
- 301 glass convex and concave portion
- 311 insulating layer
- 312 contact hole
- 322 silicon oxide film

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.